

# HALLITUSTI POLTTAMINEN OSANA TEHOKASTA PELASTUSTOIMINTAA

Eero Hellgren

5/2022

**Tekijä:** Eero Hellgren

**Julkaisun nimi:** Hallitusti polttaminen osana tehokasta pelastustoimintaa

**Opinnäytetyön muoto:** tutkimuksellinen

**Julkisuusaste:** Julkinen

**Ohjaajat:** Kyösti Survo, Tuomas Kuikka

**Tutkinto:** Pelastusalan päällystötutkinto (AMK)

---

Ympäristönäkökulmien huomioiminen sammutustehtävissä on pelastuslaitosten lakisääteinen tehtävä. Pelastuslain yhtenä tavoitteena on onnettomuuden seurausten rajoittaminen tehokkaasti, jotta ympäristölle aiheutuvat haitat jäisivät mahdollisimman vähäisiksi. Tulipaloissa syntyy haitallisia päästöjä ilmakehään ja maaperään. Tulipaloissa muodostuu myös tulipalojätteitä. Suomessa tehdyn tutkimuksen mukaan puhdas palaminen vähentää haitallisia päästöjä vedellä sammuttamisen sijaan. Sammutteiden käyttö ei näin ollen ole jokaisen tulipalon kohdalla tarkoituksenmukaisinta.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää hallitusti polttamisen mahdollisuutta osana tehokasta pelastustoimintaa. Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää myös savutuulettimen muodostama ylipainetta tavanomaiseen huoneistoon. Opinnäytetyön teoreettinen viitekehys koostuu tulipalojen sammutustaktiikasta, tulipalojen aiheuttamista ympäristöhaitoista, pelastustoimintaa ohjaavasta lainsäädännöstä ja ohjeista sekä hallitusti polttamisen nykytilasta. Tutkimuskysymyksiin haettiin vastauksia asiantuntijahaastatteluilla. Tutkimustuloksiin päädyttiin laadullisen tutkimuksen sisältöanalyysimenetelmällä.

Tutkimus osoitti, että hallitusti polttamista voidaan käyttää osana tehokasta pelastustoimintaa. Hallitusti polttamista estäviä tekijöitä ei tutkimuksessa löytynyt. Tulipalojen tahallisuus, tuottamuksellisuus sekä henkilövahingot pitää ottaa huomioon hallitusti polttamista suorittaessa. Tutkimuksen mukaan ylipaineistaminen on tehokas tapa estää tulipalon leviämistä. Savutuulettimella tehtävä ylipaineistus muodostaa tulipaloa suuremman paineen noin 50 m<sup>2</sup> huoneistoon, jolloin savukaasut eivät pääse levittämään tulipaloa.

Opinnäytetyössä tehtyjen tutkimuksien tuloksia voidaan hyödyntää opetusmateriaalina Pelastusopistossa ja pelastuslaitoksilla. Taktisten ja teknisten ratkaisuiden parantaminen tehostaa sammutustyön tuloksellisuutta ja vähentää ympäristövahinkoja.

---

**Sivumäärä:** 43 sivua + liitteet

**Tarkastuskuukausi ja vuosi:** Toukokuu 2022

**Avainsanat:** hallitusti polttaminen, ylipaineistaminen, ympäristövahinko

# ABSTRACT

**Author:** Eero Hellgren

**Title of thesis:** Controlled Combustion as Part of Effective Rescue

**Type of thesis:** Research

**Confidentiality:** Public

**Academic Supervisor:** Mr. Kyösti Survo, Head Instructor, Mr. Tuomas Kuikka, Senior Instructor

**Degree Programme:** Fire Officer's Degree (UAS)

---

Consideration of environmental aspects in firefighting tasks is a statutory task of rescue services. One of the goals of the Rescue Act is to effectively limit the consequences of an accident in order to minimize the damage to the environment. Fires emit harmful emissions to the atmosphere and ground. Firefighting also generates fire waste. According to a study conducted in Finland, clean combustion reduces harmful emissions instead of extinguishing them with water. The use of extinguishants is therefore not the most appropriate means for every fire.

The aim of this final project was to clarify the possibility of controlled combustion as part of effective rescue operations. The aim of this final project was also to clarify the overpressure created by a smoke fan in a normal apartment. The theoretical frame of reference consists of fire extinguishing tactics, environmental damage caused by fires, legislation and guidelines governing rescue operations and the current state of controlled combustion. Research data was collected by interviewing experts. Qualitative methods were used in the study.

The study indicated that controlled combustion can be used as part of effective rescue operations. Inhibitors of controlled combustion were not found in the study. The intent and negligence related to fires as well as personal injuries must be taken into consideration when burning in a controlled manner. The study indicated that overpressure is an effective way to prevent the spread of fire. The overpressure formed with a smoke ventilator creates a higher pressure in a normal apartment than the fire, which prevents the flue gases from spreading the fire.

The results of the final project can be made use of as teaching material at the Emergency Services Academy Finland and rescue departments. Improving tactical and technical solutions will increase the efficiency of firefighting work and reduce environmental damage.

---

**Pages:** 43 pages + appendix

**Month and year:** Maj 2022

**Keywords:** controlled combustion, overpressure, environmental damage

# SISÄLLYS

1 JOHDANTO.....	1
2 TULIPALOJEN SAMMUTUSTAKTIikka .....	3
2.1 Taktiset yleisperiaatteet .....	3
2.2 Sammuttamisen nelikenttä.....	5
2.3 Hyökkäävä taktiikka .....	6
2.4 Rajoittava taktiikka .....	7
2.4.1 Rajoitus vedellä.....	7
2.4.2 Raivaus.....	9
2.4.3 Ylipaineistaminen .....	10
2.5 Täydentävät sammutusmenetelmät .....	11
3 TULIPALOISTA AIHEUTUVAT YMPÄRISTÖHAITAT.....	13
3.1 Päästöt ilmakehään .....	13
3.2 Päästöt maaperään.....	18
3.3 Tulipalojätteet .....	18
4 LAINSÄÄDÄNTÖ JA OHJEISTUS .....	20
4.1 Pelastustoiminta .....	20
4.2 Palontutkinta .....	22
4.3 Palonsyöntutkinta.....	23
5 HALLITUSTI POLTTAMINEN .....	25
6 TUTKIMUS .....	27
6.1 Tutkimuksen tarkoitus .....	27
6.2 Tutkimuksen toteutus.....	28
6.3 Aineiston hankkiminen .....	28
6.4 Tapaustarkastelu .....	30
6.5 Analyysimenetelmä.....	30
7 TUTKIMUKSEN TULOKSET .....	32
7.1 Hallitusti polttaminen.....	32
7.2 Palontutkinnan turvaaminen sammutustyössä .....	34
7.3 Ylipainetutkimus.....	35

8 POHDINTA.....	37
8.1 Tutkimustulosten pohdinta .....	37
8.2 Oma oppiminen .....	40
LÄHTEET .....	42
LIITE 1.....	44
LIITE 2.....	46

## KÄSITTEET

**Hallitusti polttamisella** tarkoitetaan tässä opinnäytetyössä taktista ratkaisua, jossa tulipaloa ei pyritä aktiivisesti sammuttamaan.

**Pelastustoiminnan johtaja** on yhden tai useamman pelastusmuodostelman tilanteenaikainen johtaja (Pelastuslaitosten kumppanuusverkosto 2016, 4).

**Tulipalojätteillä** tarkoitetaan tässä opinnäytetyössä aineita, jotka ovat jääneet tulipalossa kokonaan tai osittain palamatta.

**Ylipaineistamisella** tarkoitetaan tässä opinnäytetyössä toimintaa, jossa savutuulettimella muodostetaan savuttomaan tilaan tulipaloa suurempi ylipaine.

# 1 JOHDANTO

Tulipaloista johtuvia ympäristöhaittoja on tutkittu Suomessa sekä ulkomailla. Tutkimuksissa on todettu tulipaloista johtuvan monia haitallisia vaikutuksia maaperään ja ilmakehään. Tulipaloista jäljelle jäävät tulipalojätteet luokitellaan usein loppusijoitettavaksi jätteeksi. Tulipalojätteet sisältävät ympäristölle haitallisia aineita. Suomessa tehdyn tutkimuksen mukaan korkeajänniteakkukennojen koepoltoissa puhtaan palamisen todettiin pienentävän ilmakehän päästöjä. Puhtaassa palamisessa ei käytetä minkäänlaisia sammutteita. Esimerkiksi polysyklisen aromaattisten hiilivetyjen eli PAH-yhdisteiden päästöt olivat tutkimuksen mukaan noin 83 % pienemmät vedellä sammuttamisen sijaan. (Laitinen ja Jumpponen 2016.) Tutkimus osoittaa, että ainakin osa haitallisista vaikutuksista ympäristölle olisi ehkäistävässä pelastustoiminnan taktisilla muutoksilla. Pelastustoiminnassa on perinteisesti pyritty sammuttamaan tulipalo kaikissa tilanteissa. Tulipalojen sammutus kaikissa tilanteissa ei ole kuitenkaan ympäristön kannalta paras ratkaisu.

Pelastuslain 379/2011 mukaan tulee onnettomuuden seurauksia rajoittaa tehokkaasti, jotta ihmiselle, omaisuudelle ja ympäristölle aiheutuvat haitat jäisivät mahdollisimman vähäisiksi. Pelastustoimet pitää siis mitoittaa ja toteuttaa tulipalokohteen ominaisuuksien ja tulipalon kehittymisen mukaan. Pelastustoimen toimintavalmiusaika on kuitenkin tulipalon kehittymisen näkökulmasta usein liian pitkä. Tulipalo kehittyy täyden palon vaiheeseen nopeasti ilman alkusammutustoimenpiteitä. Pelastustoimessa onkin kehitetty uusia toimintamalleja sammuttamisen toteuttamiseksi, jotta yhä useampi tulipalo pystytään sammuttamaan tehokkaasti. Oikea-aikaiset ja tehokkaat sammutusratkaisut vähentävät omaisuus- ja ympäristövahinkoja.

Hallitusti polttaminen tulee kyseeseen silloin kun sammutustoimenpiteet tuottavat enemmän haittaa kuin hyötyä ympäristölle tai omaisuudelle. Sammutustoiminnassa ympäristöhaittaa muodostavat sammutusjätevedet, sammutusveden aiheuttama epätäydellinen palaminen sekä tulipalojätteet. Omaisuudelle haittaa muodostuu pääasiassa sammutusvesistä, jotka eivät kohdistu tulipaloon. Hallitusti polttamisen riskit on selvitettävä ja minimoitava ennen sen toteuttamista sekä huomioitava myös palontutkinnalliset seikat.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää hallitusti polttamisen mahdollisuutta osana tehokasta pelastustoimintaa. Voidaanko palavia kohteita tai niiden osia polttaa hallitusti aiheuttamatta haittaa palontutkinnalle? Hallitusti polttaminen on tapahtuma, joka herättää paljon mielipiteitä ja keskusteluja pelastustoimessa ja sen ulkopuolella. Hallitusti polttaminen saatetaan arvioida helposti sammutustoimien epäonnistumisena tai pelastushenkilöstön ammattitaidottomuutena. Ympäristönäkökulmat ovat saavuttaneet viime vuosina myös pelastustoimen, joten uusia toimintamalleja tulee tämän pohjalta kehittää. Hallitusti polttamisen mahdollisuutta ei ole pelastustoimessa aiemmin tutkittu. Hallitusti polttaminen taktisena ratkaisuna on tähän asti ollut yksittäisten pelastustoiminnan johtajien omakohtaisiin kokemuksiin perustuva päätös.

Opinnäytetyössä on tarkoitus selvittää myös savutuulettimen muodostamaa ylipainetta tavanomaiseen huoneistoon. Saadaanko savutuulettimella muodostettua huoneistoon ylipaine, joka on suurempi kuin tulipalon muodostama paine. Ylipaineistamisella tarkoitetaan tulipalossa palamattoman ja savuttoman tilan paineen kohottamista. Palamattomaan tilaan pyritään muodostamaan paine, joka on suurempi kuin tulipalosta aiheutuva paine. Ylipaineistamisella pyritään rajoittamaan tulipalossa muodostuvien savukaasujen leviämistä palamattomaan tilaan. Tällä toiminnalla tulipalon leviäminen saadaan estettyä tehokkaasti. Savutuulettimia on käytetty pelastustoimissa osana rajoitustaktiikkaa, mutta sen muodostamasta paineesta ei ole aiempia tutkimuksia.

Tämä opinnäytetyö alkaa tulipalojen sammutustaktiikoiden esittelyllä. Siinä käydään läpi sammutustaktisia yleisperiaatteita, joiden pohjalta valittu torjuntataktiikka muodostuu. Johtamisprosessin esittely sekä rakennuspaloissa tiedusteltavat asiat käydään myös läpi. Luvussa on esitelty hyökkäävän ja rajoittavan taktiikan edellytyksiä, ylipaineistamisen periaatteet sekä täydentävät sammutusmenetelmät. Työ jatkuu niiden tulipaloista aiheutuvien ympäristöhaittojen käsittelyllä, jotka on jaoteltu ilmakehään ja maaperään muodostuviin päästöihin sekä tulipalojätteisiin. Kohdassa neljä käydään läpi voimassa olevaa lainsäädäntöä ja ohjeistusta, jotka ohjaavat pelastustoimintaa ja palontutkintaa sekä poliisin palonsyöntutkintaa. Viidennessä luvussa käsittelen lyhyesti hallitusti polttamista ja sen nykytilaa Suomessa.

Teoreettisen viitekehyksen jälkeen siirrytään opinnäytetyössä tutkimusosuuteen. Tutkimusosuuden alussa käydään läpi tutkimuksen tarkoitus sekä se, miten laadullinen tutkimus on toteutettu. Tässä luvussa kerrotaan myös, miten tutkimusaineisto on hankittu sekä siinä käytetyt analyysimenetelmät. Luvussa on käsitelty laajasti tutkimuskirjallisuutta tutkimusprosessin pohjaksi, jonka tarkoituksena on vahvistaa tutkimustulosten luotettavuutta.

Opinnäytetyön loppupuolella esitellään tutkimuksen tulokset. Tämä luku pitää sisällään kaikkein oleellisimman osan tässä opinnäytetyössä. Tutkimuksessa esiin tulleet asiakokonaisuudet käydään läpi ja tutkimukselle asetettujen ongelmien ratkaisut esitellään tässä kappaleessa. Lopuksi opinnäytetyön pohdinnassa käydään läpi koko opinnäytetyöprosessia ja omaa oppimista sekä opinnäytetyön merkitystä pelastustoimelle.

Pelastustoimessa kehittäminen on pohjautunut pääsääntöisesti teknisten välineiden sekä erilaisten sammutusratkaisuiden kehittämiseen. Vain todella harvoin, jos koskaan on pohdittu opitun toimintamallin muuttamista tai kehittämistä. Tutkimusten lisääntyessä myös pelastustoimen tulee kehittää uusia toimintamalleja ja taktisia ratkaisuja. Tämä opinnäytetyö antaa vaihtoehdon opittujen toimintamallien ja taktisten ratkaisuiden lisäksi. Opinnäytetyö on käytettävissä Pelastusopiston oppimateriaalina sekä pelastustoiminnan johtajien koulutuksissa pelastustoimessa.



## 2 TULIPALOJEN SAMMUTUSTAKTIikka

Tulipalojen sammutustaktiikan valintaan vaikuttaa palavan kohteen laajuus, palon kehitysvaihe, sijainti sekä pelastustoimiin osallistuvan henkilöstön ja kaluston määrä ja laatu. Tulipalon kehitysvaihe ja laajuus vaikuttavat sammutustaktiikan valinnassa olennaisesti. Sammutustaktiikan valinnan perusteet pohjautuvat taktisiin yleisperiaatteisiin, joiden mukaan sammutustaktiikaksi valitaan hyökkäävä tai rajoittava taktiikka. Johtamisen tueksi on luotu myös sammuttamisen nelikenttämalli, joka on kehitetty auttamaan sammutustaktiikan valinnassa. Tulipalojen sammutus voi koostua myös eri taktiikoiden yhdistelmästä, ja taktiikkaa voidaan muuttaa tulipalon edetessä. Tässä luvussa esitellään sammuttamisen taktiset yleisperiaatteet sekä pelastustoimen onnettomuuden aikainen johtamisprosessi. Luvussa käsitellään myös hyökkäävää ja rajoittavaa taktiikkaa sekä täydentäviä sammutusmenetelmiä.

### 2.1 Taktiset yleisperiaatteet

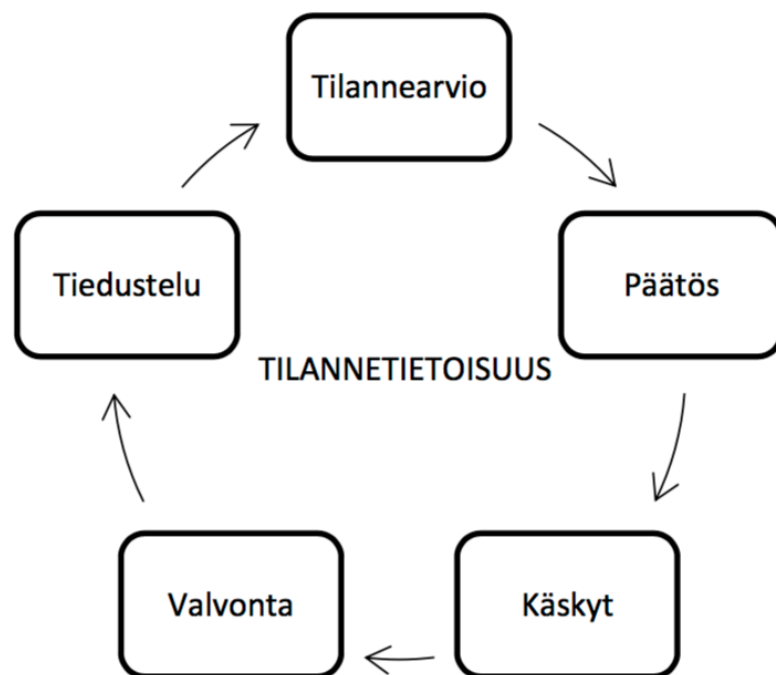
Kaikissa onnettomuuksissa mukaillaan taktisia yleisperiaatteita, joita hyödynnetään myös tulipaloissa. Taktiset yleisperiaatteet ovat johtamisen tukena sammutustaktiikkaa valittaessa. Seuraavassa on lueteltu taktiset yleisperiaatteet, jotka on esitetty johtamista tukevassa P3-käsikirjassa (Honkanen ym. 2013):

- Pelasta.
- Torju suurin uhka.
- Luo painopiste.
- Käytä olosuhteita hyväksi.
- Huolehdi jatkuvuudesta.
- Tiedustele jatkuvasti.
- Ennakoi.
- Johda aktiivisesti.

Taktiset yleisperiaatteet ovat hyvä apuväline johtamisen tueksi. Taktisten yleisperiaatteiden perusteet ja niiden sisäistäminen auttaa pelastustoiminnan johtajia tehokkaan pelastustoiminnan toteuttamisessa. Ihmisten pelastaminen tulipaloista on aina pelastustoimien ensisijaisena tehtävänä. Pelastamisella tarkoitetaan myös omaisuutta ja ympäristöä. Nämä pitää ottaa huomioon jo heti tulipalon alkuvaiheessa. Omaisuuden ja ympäristön pelastamisessa pelastushenkilöstön ammattitaito ja osaaminen ovat tärkeässä roolissa työn tuloksellisuuden kannalta. Omaisuuden ja ympäristön pelastaminen ei tarkoita läheskään aina sammutustoimenpiteitä. Toimenpide voi olla esimerkiksi omaisuuden siirtämistä pois tulipalon vaikutusalueelta tai kemikaalikohteiden osalta kemikaalien leviämisen estäminen ympäristöön. Torjumalla suurin uhka on tarkoituksena huomioida onnettomuuden kehittyminen ja havaita tulipalon muodostama suurin uhka. Tulipalon kehittyminen ja sen

aiheuttama suurin uhka muodostaa pelastustoiminnan johtajalle tilannekuvan. Tilannekuvan pohjalta pelastustoiminnan johtajan tekee päätöksen suoritettavasta torjuntataktiikasta. Päätöksen perusteella luodaan toiminnalle painopiste. Painopiste muodostetaan käytävissä olevista pelastustoimen resursseista. Resursseja käytetään mahdollisimman tehokkaasti tulipalon muodostaman uhan torjumiseksi.

Kuvassa 1 on esitelty pelastustoimen onnettomuuden aikainen johtamisprosessi. Johtamisprosessista saatu onnettomuuskohtainen tieto sekä taktisten yleisperiaatteiden tuntemus muodostavat pelastustoiminnan johtajalle tarvittavat tiedot valittaessa torjuntataktiikkaa. Johtamisprosessi on jatkuva koko onnettomuuden ajan kestävä prosessi. Johtamisprosessissa tiedustelulla on suuri merkitys koko tilanteen ja torjuntatoimien kannalta. Tiedustelutiedon perusteella tehdään tilannearvio. Tilannearviossa onnettomuuden kehitystä ja onnettomuudesta saatuja tietoja verrataan käytävissä oleviin resursseihin. Tilannearvion perusteella tehdään päätös suoritettavista torjuntatoimista ja annetaan käsky toimintojen toteuttamiseksi. Käskyn jälkeen torjuntatoimien vaikutusta seurataan ja arvioidaan.



Kuva 1. Pelastustoimen onnettomuuden aikainen johtamisprosessi (Kuikka 2018, 72).

Pelastustoimien alussa tehtävä tiedustelu on oltava tehokasta, jotta tehokkain sammutustaktiikka voidaan valita. Tiedustelun on oltava jatkuvaa koko tulipalon ajan. Jatkuvalle tiedustelulle havaitaan onnettomuuden kehittyminen ja sammutustoimien tehokkuus. Tehokkaalla tiedustelulla sammutustaktiikka pystytään muuttamaan tilanteen niin vaatiessa. Kuvassa 2 on esitetty rakennuspalossa tiedusteltavat asiat. Tiedusteltavat asiat on jaettu neljään eri pääluokkaan (Ala-Kokko 2021, 63 - 64):

1. se, onko ihmisiä vaarassa tai uhkaako onnettomuus ihmisiä
2. tulipalon kehittyminen ja leviäminen
3. rakennustekniset tiedot
4. muut vaarat, joita rakennuspalossa saattaa olla.

On siis paljon tiedusteltavia asioita, jotka määrittelevät osaltaan käytettävän torjuntataktiikan. Osan näistä tiedoista pelastustoiminnan johtaja saa tietoonsa hätäkeskukselta ilmoittajan kertomien tietojen pohjalta. Pelastustoiminnan johtajan tulee kuitenkin varmistaa nämä tiedot kohteessa ollessaan tai pyytää tiedustelutiedot ensimmäisenä kohteessa olevalta pelastusryhmän johtajalta.



Kuva 2. Rakennuspalossa tiedusteltavat asiat (Ala-Kokko 2021, 63).

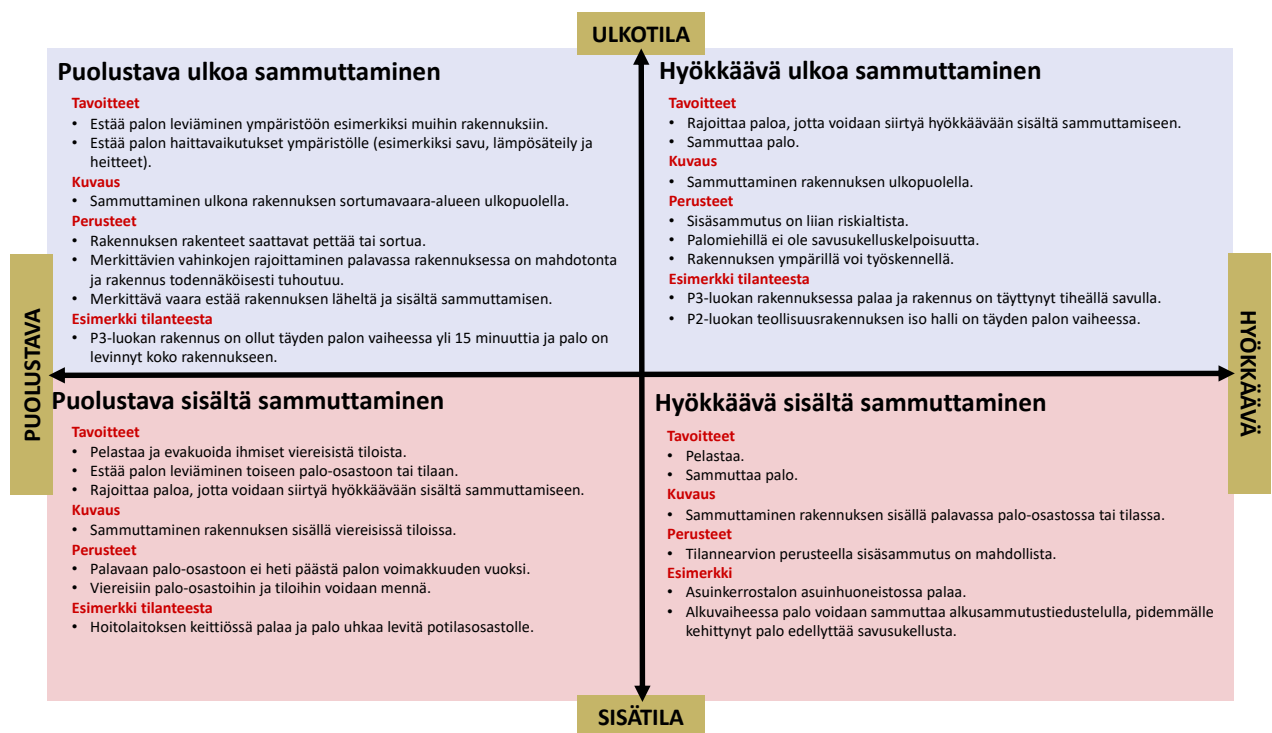
Pelastustoimien alussa päätetty torjuntataktiikka tehdään yleensä vajavaisilla tiedoilla tulipalosta. Ratkaisut pitää tehdä nopeasti, jolloin kaikkea tietoa ei välttämättä ole saatu taktisten päätösten tueksi. Tulipalot ovat dynaamisia tapahtumia, ja ne leviävät eri tavoin. Näiden takia torjuntataktiikka voidaan joutua myös muuttamaan tulipalon aikana. Pelastustoiminnan johtajan ammattitaito ja kokemus tulipalosta edesauttaa oikean torjuntataktiikan valinnassa.

## 2.2 Sammuttamisen nelikenttä

Sammuttamisen nelikenttämalli on kehitetty pelastustoiminnan johtajille helpottamaan sammutustaktiikan valinnassa. Nelikenttämallissa sammutustaktiikka on jaettu neljään eri taktiikkaan. Sam-

mutustaktiikat on jaettu sisältä ja ulkoa sammuttamiseen sekä hyökkävään ja puolustavaan taktiikkaan. Puolustava taktiikka tarkoittaa samaa asiaa kuin rajoittava taktiikka. Laajoissa kohteissa voidaan hyödyntää eri taktiikoita samanaikaisesti, jos tehokkaat torjuntatoimet sitä vaativat. (Ala-Kokko 2021, 61.)

Kuvassa 3 on esitetty tulipalon sammuttamisen nelikenttämalli. Puolustavat taktiikat on havainnollistettu kuvassa vasemmalle ja hyökkävät taktiikat oikealle. Jokaisen taktiikan kohdalla lueteltu tavoitteet kyseiselle taktiikalle, kuvaus taktiikasta, valittavan taktiikan perusteet sekä lueteltu esimerkkejä, milloin kyseistä taktiikkaa käytetään.



Kuva 3. Tulipalon sammuttamisen nelikenttämalli (Ala-Kokko 2021, 62).

## 2.3 Hyökkävä taktiikka

Hyökkävä taktiikka tarkoittaa aktiivisia sammutustoimenpiteitä, joilla pyritään saamaan tulipalo sammuttajien hallintaan. Hallittavissa oleva tulipalo pyritään saamaan sammumaan hyökkävällä taktiikalla. Hyökkävää taktiikkaa käytetään tulipalojen alkuvaiheessa ja silloin, kun pelastetaan ihmishenkiä. Hyökkävää taktiikkaa valittaessa sammutustoiminnan resurssit henkilöstön ja kaluston osalta tulee olla sopivat tai ylimitoitettut tulipalon laajuuteen ja voimakkuuteen nähden. Hyökkävästä taktiikasta käytetään myös nimitystä sammuttava taktiikka.

Hyökkävää taktiikkaa voidaan käyttää palavan kohteen ulko- tai sisäpuolelta. Hyökkävää taktiikkaa kohteen ulkopuolelta käytetään silloin, kun sammuttaminen kohteen sisältä on liian riskialtista

tai sammutustoimiin osallistuvilla henkilöillä ei ole savusukelluskelpoisuutta. Riskin sisäsammutukselle voi muodostaa palavan kohteen sortuvat rakenteet tai kohteessa varastoidut vaaralliset aineet. Hyökkäävää taktiikkaa kohteen sisäpuolella käytetään silloin, kun tilannearvion perusteella sisäsammutus on mahdollinen. Palava kohde voidaan turvallisesti sammuttaa sisältä ja sammutustoimiin osallistuvilla henkilöillä on savusukelluskelpoisuus.

## **2.4 Rajoittava taktiikka**

Rajoittava taktiikka tarkoittaa passiivisia sammutustoimenpiteitä. Käytännössä itse tulipaloa ei pyritä aktiivisesti sammuttamaan vaan tulipalon leviäminen pyritään estämään. Rajoittavaa taktiikkaa valittaessa sammutustoiminnan resurssit henkilöstön ja kaluston osalta ovat alimitoitettut tulipalon laajuuteen ja voimakkuuteen nähden. Rajoittavalla taktiikalla pyritään vakiinnuttamaan tulipalo ja tarvittaessa siirrytään käyttämään hyökkäävää taktiikkaa. Rajoittava taktiikka valitaan myös silloin, kun tilannearvion perusteella pelastustoiminnan johtaja päättää asettaa jonkin muun pelastustoimenpiteen tärkeämmäksi kuin tulipalon aktiivisen sammuttamisen.

Tehokkaalla tulipalon rajoittamisella saadaan tulipaloista aiheutuvia ympäristö- ja omaisuusvahinkoja vähennettyä. Mitä pienemmäksi tulipalon vaikutusalue jää, sitä pienemmäksi muodostuvat ympäristön ja omaisuuden kärsimät vahingot. Rajoittavan taktiikan menetelmiä ovat vedellä rajoitus, raivaus, ylipaineistus sekä täydentävät sammutusmenetelmät. Näitä eri menetelmiä käsitellään seuraavissa luvuissa.

### **2.4.1 Rajoitus vedellä**

Vedellä rajoittaminen on pelastustoimessa eniten käytetty menetelmä rajoittaa tulipalojen etenemistä. Veden lämmönsitomiskyky on hyvä, jolloin tulipalon leviäminen saadaan tehokkaasti estettyä. Pelastuslaitosten sammutusautoissa ja säiliöautoissa on vettä, jota pystytään käyttämään tulipalon rajoittamiseen heti pelastustoimien alettua. Pelastuslaitoksilla on käytössään erilaista kalustoa vedellä tapahtuvaan tulipalon rajoittamiseen. Rajoitustoimissa käytettävä kalusto määräytyy pääasiassa tulipalon voimakkuuden perusteella.

Yleisimmin tulipalojen rajoituksessa käytettävä väline on suihkuputki (kuva 4), jota käytetään myös tulipalojen sammutuksessa. Suihkuputken vesivirta on mallin mukaan 5 - 7 litraa sekunnissa. Suihkuputken vesivirta riittää rajoitustoimiin esimerkiksi omakotitalon tulipalossa. Suurien tulipalojen rajoittamiseen tarvitaan vesitykkiä (kuva 5). Vesitykki on jalustaan kiinnitetty järeä suihkuputki, jonka vesisuihkua voidaan ohjailta haluttuun suuntaan. Vesitykin vesivirta on noin 15 litraa sekunnissa eli kolminkertainen suihkuputkeen verrattuna. Suuren vedenkulutuksen takia vesitykin käyttö rajoittuu pääasiassa suuriin tulipaloihin. Tulipalon rajoittaminen vesitykillä aiheuttaa myös vesivahinkoja suuren vesivirran takia.

Pistosuihkuputket (kuva 6) soveltuvat hyvin tulipalon rajoittamiseen vedellä. Vesivirta pistosuihkuputkella on noin 70 litraa minuutissa, jolloin vesivahinkojen riski on hyvin pieni. Pistosuihkuputkia käytetään rajoittamaan tulipaloja ahtaissa tiloissa tai kattorakenteiden ontelotiloissa. Rajoittavan pistosuihkuputken muodostaman sumupilven halkaisija on esteettömässä tilassa noin viisi metriä ja sumupilven syvyys noin kaksi metriä. Pistosuihkuputkien sammutusvesi saadaan tehokkaimmin höyrystettyä ontelossa tulipaloa tukahduttavaksi ja jäähdyttäväksi kaasuksi. (Ronkainen 2009, 23, 44.)



Kuva 4. Pienempien tulipalojen sammuttamiseen ja rajoittamiseen tarkoitettu suihkuputki.



Kuva 5. Suurempien tulipalojen sammuttamiseen ja rajoittamiseen tarkoitettu vesitykki.



Kuva 6. Ahtaiden tilojen tai kattorakenteiden ontelotilojen sammuttamiseen ja rajoittamiseen käytettävät pistosuihkuputket.

### 2.4.2 Raivaus

Raivauksella tarkoitetaan palavan tai palamattoman materiaalin poistoa. Palava materiaali poistetaan tulipalosta vähentämällä palamisen edellytyksiä. Materiaali voidaan poistaa myös palamattomalta alueelta, jolloin tulipalon leviämisen edellytykset pienenevät. Palavan tai palamattoman materiaalin poistaminen rajoittaa tehokkaasti tulipaloa ja sen etenemistä. Raivausta käytetään yleensä pienien tulipalojen rajoitukseen. Tämä on hyvin käyttökelpoinen taktiikka palon rajoittamisen kannalta.

Palavan tai palamattoman materiaalin raivaus toteutetaan käsin tai koneellisesti. Sammutustoiminnan aikana pelastushenkilöstö raivaa pieniä kohteita käsin tai käsityökaluja apuna käyttäen. Pelastuslaitoksilla on olemassa myös raivaukseen tarkoitettua ajoneuvokalustoa. Suurissa tulipaloissa käytettävä ajoneuvokalusto on tarpeellista, jotta palavaa tai palamatonta materiaalia pystytään poistamaan palokohteista mahdollisimman tehokkaasti. Raivaukseen tarkoitettu ajoneuvokalusto on pelastuslaitoksissa erityiskalustoa, jonka tehokkaaseen käyttöön tarvitaan koulutus ja osaaminen. Pelastuslaitokset voivat turvautuvat vaativien kohteiden raivauksien osalta myös yksityisten toimijoiden apuun. Kuvassa 7 on esitetty tulipalojen raivauksissa käytettävä pelastuslaitoksen hälytysajoneuvo. Ajoneuvon taakse on sijoitettu kappaletavaranostin, jonka päähän on sijoitettu tukki-koura lisälaitteena. Tämän kokoluokan raivauskalustolla pystytään raivaamaan palokohteita noin 13 metrin etäisyydeltä ajoneuvosta.





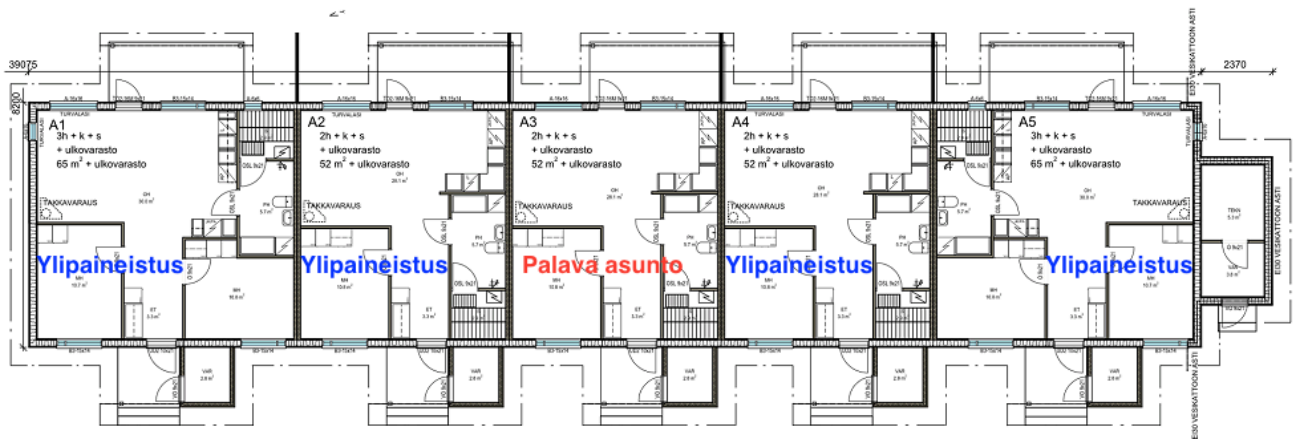
Kuva 7. Keski-Suomen pelastuslaitoksen raivausyksikkö, jota voidaan käyttää tulipalojen raivaamiseen.

### 2.4.3 Ylipaineistaminen

Ylipaineistamisella tarkoitetaan tulipalossa palamattoman ja savuttoman tilan paineen kohottamista. Palamattomaan tilaan pyritään muodostamaan paine, joka on suurempi kuin tulipalosta aiheutuva paine. Ylipaineistamisella pyritään rajoittamaan tulipalossa muodostuvien savukaasujen leviämistä palamattomaan tilaan, jolloin tulipalon leviäminen saadaan estettyä. (Svensson 2020, 92.) Tulipalon paineeseen vaikuttaa monet tekijät. Paineeseen vaikuttaa muun muassa palamisnopeus, palava materiaali, palavan kohteen ilmanvaihto sekä tulipalon kehitysvaihe. Avopalon tai täyden palon vaiheessa olevassa tulipalossa ylipaineen on arvioitu olevan noin 20-30 pascalia (Hurley ym. 2015, 1066; Bengtsson 2001, 81).

Kuvassa 8 on havainnollistettu ylipaineistamisen periaate rivitalokohteessa. Viiden asunnon rivitalon keskimmaisessä asunnossa on tulipalo. Tulipalo uhkaa levitä viereisiin asuntoihin. Viereiset asunnot ylipaineistetaan, jolloin palon leviäminen niihin saadaan estettyä.



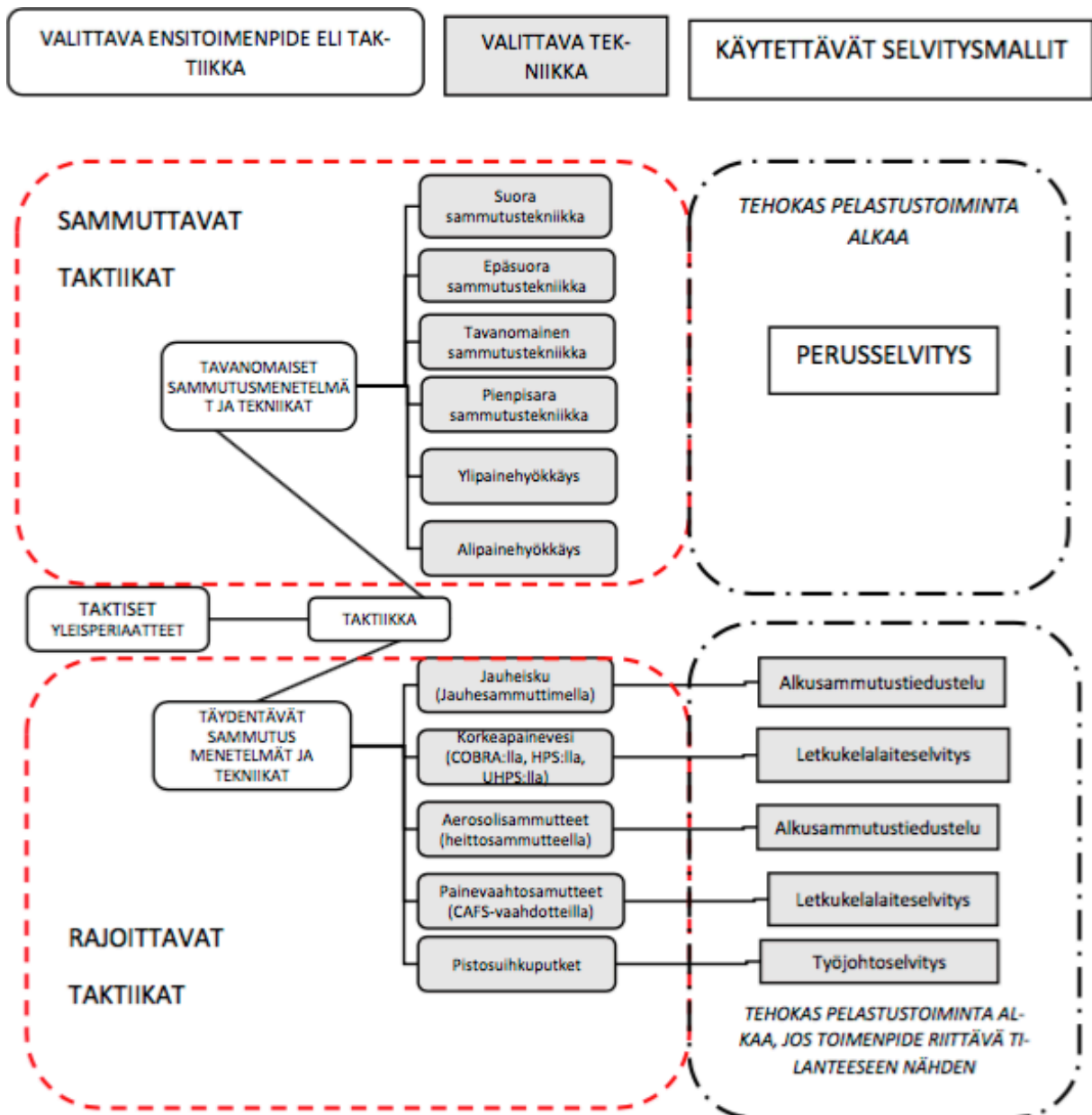


Kuva 8. Yliipaineistamisen periaate rivitalon huoneistopalossa.

## 2.5 Täydentävät sammutusmenetelmät

Täydentäviä sammutusmenetelmiä on kehitetty rajoittamaan tulipaloja. Tulipalojen nopea rajoittaminen antaa aikaa tehokkaan sammutustoiminnan aloitukselle. Tehokkaan sammutustoiminnan viivästyminen voi johtua tulipalon syrjäisestä sijainnista tai alkuvaiheen resurssien vähyydestä. Täydentäviä sammutusmenetelmiä käytettäessä voidaan tulipalo saada myös sammumaan tulipalon ollessa rajatulla alueella. Täydentäviä sammutusmenetelmiä voidaan käyttää myös tilanteissa, joissa tulipalo ei ole kehittynyt liian suureksi sammutustoimenpiteisiin nähden. Täydentäviä sammutusmenetelmiä voidaan käyttää tehostamaan sammutustyötä perinteisten menetelmien kanssa. Perinteisiä sammutusmenetelmiä voidaan tukea myös täydentävillä sammutusmenetelmillä. (Kuikka 2018, 73.)

Kuvassa 9 on havainnollistettu täydentävien sammutusmenetelmien suhdetta käytettävissä oleviin sammutus- ja rajoitustaktiikoihin. Kuvasta on nähtävillä myös täydentävien sammutusmenetelmien tekniset ratkaisut sekä käytetyt selvitysmallit.

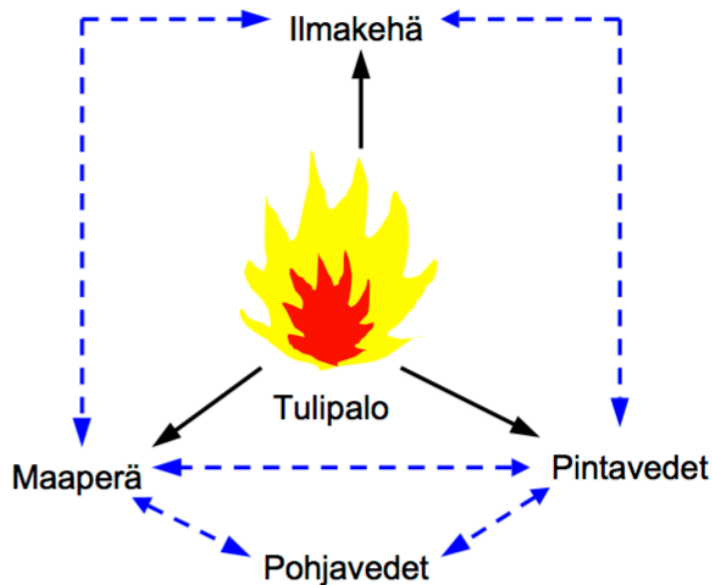


Kuva 9. Taktiikan ja tekniikan sekä selvitysmallien nivoutuminen toisiinsa sammutusmenetelmissä (Kuikka 2018, 74).

### 3 TULIPALOISTA AIHEUTUVAT YMPÄRISTÖHAITAT

Tulipaloissa aiheutuu monenlaisia haittoja ympäristölle. Tässä työssä ympäristöllä tarkoitetaan ilmakehää, maaperää ja vesistöjä. Tulipalo muodostaa haitallisia savukaasuja, koska tulipalo on lähes aina epätäydellinen palotapahtuma. Sammutusjätevedet aiheuttavat paikallisia päästöjä maaperään ja pintavesiin sekä pahimmassa tapauksessa pohjaveden. Tulipaloista jäljelle jäävät tulipalojätteet ovat kokonaan tai osittain loppusijoitettavaa rakennusjätettä. Tulipaloista aiheutuvat ympäristöhaitat ovat siis moninaisia. Lisäksi sammutustyötä tekevä henkilöstö altistuu savukaasuille sammutus- ja raivaustyötä tehdessä.

Tässä luvussa käsitellään tulipaloista aiheutuvia päästöjä ilmakehään ja maaperään sekä tulipalojätteitä. Kuvassa 10 on esitetty tulipaloista aiheutuvien haitallisten aineiden kulkeutuminen ympäristöön. Kuvassa yhtenäiset nuolet kuvaavat päästöjen reittejä tulipalosta ympäristöön. Katkoviivoilla olevat nuolet kuvaavat päästöjen siirtymistä maaperän, vesistöjen ja ilmakehän välillä. (Tillander ym. 2004, 12.)



Kuva 10. Tulipaloista aiheutuvien päästöjen kulkeutuminen ympäristöön (Tillander ym. 2004, 12).

#### 3.1 Päästöt ilmakehään

Vuonna 2004 Valtion teknillinen tutkimuskeskus (VTT) julkaisi loppuraportin Tulipalojen ympäristövaikutukset. Tutkimuksessa arvioitiin tulipaloista aiheutuvien haitallisten päästöjen vuotuista kokonaisuutta Suomessa. Tutkimuksessa tarkasteltiin Suomessa vuosina 1996 - 2002 syttyneitä tulipaloja ja tuloksia vertailtiin muista lähteistä aiheutuviin päästöihin. Tutkimuksessa otettiin tarkasteluun ilmakehään vapautuvat päästöt ja niistä valikoitiin ympäristön kannalta keskeiset yhdisteet.

Tulipaloista aiheutuvien päästöjen osuus dioksiinien ja furaanien kokonaispäästöistä oli 10 %. Polyaromaattisten yhdisteiden ja hiukkasten osuus kokonaispäästöistä oli muutaman prosentin luokkaa. (Tillander ym. 2004, 3 ja 10.)

Dioksiinit (PCDD) ja furaanit (PCDF) ovat kaikkialla esiintyviä ympäristösaasteita. Dioksiini ja furaani-yhdisteiden suurin alkulähde on palamisprosessit. Epätäydellinen palamisprosessi lisää näiden yhdisteiden päästöjä. Näitä yhdisteitä muodostuu, kun palamisprosessissa on mukana klooria ja kuparia tai muita metalleja. Dioksiinit ja furaanit ovat erittäin kestäviä yhdisteitä. Yhdisteet kestävät erittäin hyvin kemiallista ja mikrobiologista hajoamista, jolloin ne muodostavat pysyviä ympäristösaasteita. Ihmisen elimistöön päätyvät dioksiinit ja furaanit ovat peräisin pääasiassa ravinnosta tai palamisprosessien savuallisteista. Dioksiini ja furaani-yhdisteet ovat rasvaliukoisia, jolloin ne kertyvät elimistöön eivätkä poistu kokonaan altistuksen vähennyttyä. Dioksiinit ja furaanit ovat syöpää aiheuttavia yhdisteitä, ja niillä on todettu olevan myös negatiivisia vaikutuksia sikiön kehittymiseen. (Tuomisto ym. 2021.)

Raportin mukaan kaikista tulipaloista rakennuspalot olivat useimpien yhdisteiden osalta merkittävien päästölähde. Kaikkien tulipalojen päästöistä lähes 80 % syntyi rakennuspalojen seurauksena. Tulipaloissa merkittävämmät päästöt syntyivät dioksiinien ja furaanien päästöistä sekä hiukkas- ja polyaromaattisten yhdisteiden (PAH) päästöistä. Näistä päästöistä rakennuspalloissa syntyi lähes 96 % kaikkien tulipalojen päästöistä. (Tillander ym. 2004, 61.)

Tutkimuksessa asuinrakennuspalojen vuotuiset kokonaispäästöt saatiin laskemalla asuinrakennuspalojen vuotuisen kokonaismäärän, tulipalossa tuhoutuneen materiaalin määrän ja ominaispäästö kertoimen tulona. Taulukossa 1 on esitetty tutkimuksessa saatujen asuinrakennusten tulipalojen aiheuttamat vuotuiset kokonaispäästöt. Asuinrakennukset on jaettu erillisiin pientaloihin, rivi- ja ketjutaloihin sekä asuinkerrostaloihin. Päästöt on ilmoitettu kilogrammoina. (Tillander ym. 2004, 18, 33.) Taulukossa on nähtävillä seuraavat päästöt:

- **CO<sub>2</sub>** hiilidioksidi
- **CO** hiilimonoksidi eli häkä
- **NO<sub>x</sub>** typen oksidit
- **HCN** vetysyanidi
- **HCl** vetykloridi eli kloorivety
- **SO<sub>2</sub>** rikkidioksidi
- **VOC** haihtuvat orgaaniset yhdisteet
- **PAH** polysykliset aromaattiset hiilivedyt
- **PCDD** ja **PCDF** dioksiinit ja furaanit
- **Hiukkaset** tulipaloissa savukaasujen mukana vapautuvat kiinteässä olomuodossa olevat aineet.

Taulukko 1. Asuinrakennusten tulipalojen aiheuttamat vuotuiset kokonaispäästöt (kg) (Tillander ym. 2004, 33).

<b>Tulipalot</b>	<b>CO<sub>2</sub></b>	<b>CO</b>	<b>NO<sub>x</sub></b>	<b>HCN</b>	<b>HCl</b>	<b>SO<sub>2</sub></b>	<b>VOC</b>	<b>PAH</b>	<b>PCDD ja PCDF</b>	<b>Hiukaset</b>
Erilliset pientalot	5 463 490	222 485	15 249	152	38 181	1 839	9 008	56	0.0003	97 287
Rivi- ja ketjutilat	574 080	24 757	1 727	17	4 542	2 952	969	7	0.0000	28 497
Asuinkerrostalot	1 758 402	73 395	5 911	61	16 079	2 349	3 023	18	0.0001	47 719
<b>Yhteensä</b>	<b>7 795 972</b>	<b>320 637</b>	<b>22 887</b>	<b>230</b>	<b>58 801</b>	<b>7 140</b>	<b>13 000</b>	<b>80</b>	<b>0.0004</b>	<b>173 502</b>

Ruotsin kansallinen testaus- ja tutkimuslaitos teki vuonna 2005 tutkimuksen, joka selvitti autopaloista aiheutuvia päästöjä. Tutkimuksessa analysoitiin savukaasupäästöjä sekä sammutusjätevesissä olevia päästöjä. Tutkimuksessa havaittiin autopalojen savukaasuissa sekä sammutusjätevesissä olevan haitallisia päästöjä. Tutkimuksen mukaan savukaasujen ja sammutusjätevesien dioksiini- ja furaanipäästöt olivat huomattavia suhteessa Ruotsissa syntyviin kokonaispäästöihin. Polysyklisiä aromaattisia hiilivetyjä eli PAH-yhdisteitä löytyi savukaasuista huomattavia määriä. Sammutusjätevesistä löydettyjen PAH-yhdisteiden osuus oli savukaasujen päästöihin suhteutettuna merkityksettömiä. (Lönnermark ym. 2006.)

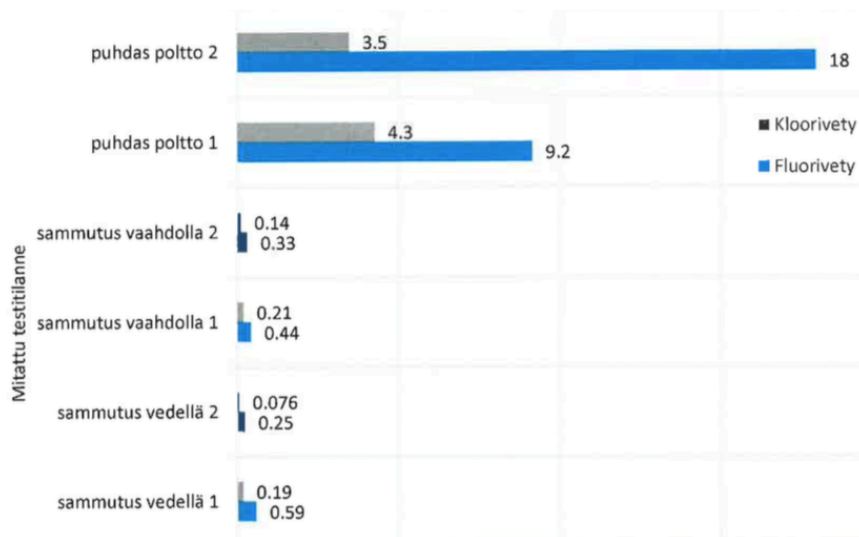
Vuonna 2004 Valtion tieteellisen tutkimuskeskuksen julkaisemassa loppuraportissa Tulipalojen ympäristövaikutukset oli mukana myös liikennevälinepalot. Tutkimuksen mukaan liikennevälinepaloista aiheutuvat päästöt olivat käytännössä lähes merkityksettömiä tulipalojen kokonaispäästöjen kannalta. Tutkimuksessa dioksiinien ja furaanien osuus liikennevälinepaloista oli yhden prosentin rakennuspaloista aiheutuvista päästöistä. (Tillander ym. 2004, 60.)

Tulipaloissa muodostuu aina palavia kaasuja, joita ovat muun muassa PAH-yhdisteet, haihtuvat orgaaniset yhdisteet sekä aldehydit. Tulipalossa osa palavista kaasuista palaa pois ja osa muodostaa päästöjä ilmakehään. Palavien kaasujen osuus päästöistä kasvaa sammutustöiden yhteydessä. Palavien kaasujen osuus päästöistä vähenee, jos niiden annetaan palaa pois. Palavan rakennuksen ikä vaikuttaa osaltaan myös savukaasujen päästöihin ja niiden haitallisuuteen. Tulipalon sijaitessa alueella, jossa palokaasut eivät välittömästi uhkaa herkkiä kohteita, on hallitusti polttaminen usein ympäristön kannalta järkevin ratkaisu. Tulipalon ympäristöhaittaa arvioitaessa on myös sammuttajien turvallisuutta mietittävä tarkkaan. Sammuttajien terveyttä ei kannata vaarantaa ja savukaasuille altistusta kasvattaa tilanteissa, joissa sammutustyö näyttää toivottamalta. Rakennusten sisältämä Asbesti pitää huomioida myös tulipaloissa. Asbesti on suuri yksittäinen riskitekijä sammutustyöhön osallistuvalla henkilöstöllä. (Laitinen 2021.)

Asbestia sisältävien rakennusten tulipalot vapauttavat ympäristöön asbestikuituja, jotka muodostavat terveydellistä haittaa ihmisille. Asbesti on yleisnimitys useille kuitumaisille silikaattimineraaleille. Asbestia käytettiin sen edullisuuden ja teknisten ominaisuuksien vuoksi. Asbestilla on muun muassa hyvä lämmöneristävyys, ja se on kemiallisesti hyvin kestävä. Kaikki asbestilajit ovat terveydelle vaarallisia. Asbestin on todettu aiheuttavan muun muassa asbestoosia, keuhkosityöpää ja keuhkopussin tai vatsakalvon syöpää. Rakentamisessa asbestia on käytetty 1920 - 1990-luvuilla ja asbestia esiintyy vaihtelevasti kyseisen aikakauden rakennuksissa. Erityisen runsasta asbestin käyttö oli vuosien 1963 ja 1979 välillä rakennetuissa rakennuksissa. Asbestin käyttö kiellettiin kokonaan vuonna 1994, minkä jälkeen rakennetuissa rakennuksissa sitä ei enää ole. (Kaijomaa 2018.)

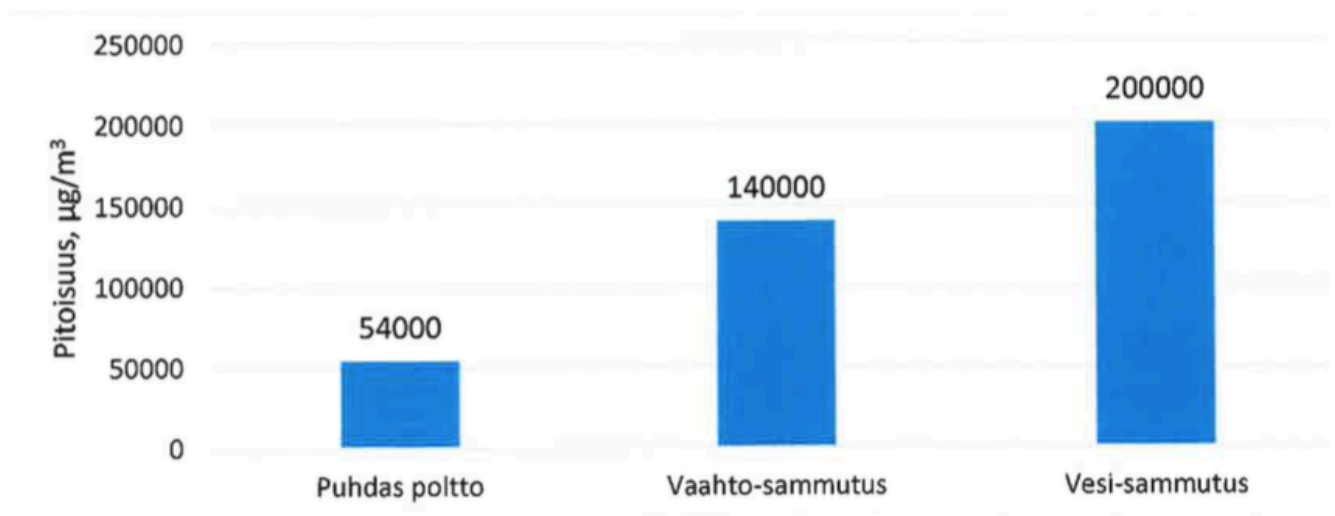
Vuonna 2016 Työterveyslaitos teki koepoltoja, joiden tarkoituksena oli arvioida sähköautojen akkukennojen paloissa syntyviä epäpuhtauksia. Työterveyslaitos julkaisi tutkimuksen Korkeajänniteakkukennojen ja -akkujen palot, niiden sammuttaminen ja riskinhallinta. Koepoltoissa mitattiin hiukkas- ja kaasumaisia polysyklisiä aromaattisia hiilivetyjä, aldehydejä, haihtuvia orgaanisia yhdisteitä, kloorivety- ja fluorivetyhappoja, klorideja, fluorideja, palavia kaasuja, hiilimonoksidia, typenoksideja, metalleja ja rikkidioksidia. Lisäksi koepoltoissa arvioitiin erilaisten sammutustekniikoiden vaikutusta palossa syntyviin päästöihin. Koepoltoissa tehtiin kolmea erilaista koetta. Ensimmäisissä koepoltoissa kerättiin akkukennojen päästöt ilman kennojen sammuttamista. Toisissa poltoissa akkukennot sammutettiin vaahdolla akkukennojen ollessa täyden palon vaiheessa. Kolmansissa poltoissa akkukennot sammutettiin vedellä akkukennojen ollessa täyden palon vaiheessa. Kaikista kolmesta kokeesta palokaasupäästöt analysoitiin ja niitä vertailtiin keskenään. (Laitinen ja Jumpponen 2016, 3.)

Kuvassa 11 on esitetty korkeajänniteakkujen polttokokeissa saatuja mittaustuloksia kloori- ja fluorivedyn päästöistä eri sammutteilla ja puhtaasti polttamalla. Mittaustuloksista todettiin kloori- ja fluorivedyn pitoisuuksien olevan merkittäviä. Sammutusainetta käytettäessä kloori- ja fluorivedyn pitoisuudet laskivat huomattavasti. Aiemmissa tutkimuksissa on todettu, että akkukennopaloissa yksi haitallisimmista yhdisteistä on fluorivetyhappo, jonka pitoisuus kasvoi koepoltoissa puhtaan polton seurauksena. (Laitinen ja Jumpponen 2016, 6.)



Kuva 11. Korkeajänniteakkupalokokeiden keskimääräiset kloori- ja fluorivetyhappopitoisuudet (mg/m<sup>3</sup>) eri koepolttotapahtumissa (Laitinen ja Jumpponen 2016, 6).

Korkeajänniteakkujen koepoltoissa nousi esiin PAH-yhdisteiden, haihtuvien orgaanisten yhdisteiden eli VOC-yhdisteiden sekä aldehydien määrät eri sammutteilla ja puhtaalla poltolla. Puhtaan polton huomattiin vähentävän eri yhdisteiden päästöjä koepoltoissa. Tämä havainto selittyy eri hiilivetyjen ja orgaanisten yhdisteiden palamisella puhtaan polton aikana. Kun akkukennojen annettiin palaa, paloivat myös suuri osa tulipalosta muodostuneista hiilivedyistä ja orgaanisista yhdisteistä. Koepoltoissa puhtaan polton todettiin pienentävän PAH-yhdisteiden määrää noin 83 % vedellä sammuttamisen sijaan. VOC-yhdisteet pienuivat noin 73 % ja aldehydipäästöt noin 62 % puhtaalla poltolla. (Laitinen ja Jumpponen 2016, 7-10.) Kuvassa 12 on esitetty haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuudet (TVOC). Pitoisuudet on kuvattu poltettaessa akkukennoja loppuun asti sekä sammuttaessa vaahdolla ja vedellä täyden palamisen vaiheessa.



Kuva 12. Korkeajänniteakkukennojen keskimääräiset haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuudet eri koepolttotapahtumissa (Laitinen ja Jumpponen 2016, 13).

### 3.2 Päästöt maaperään

Päästöjä maaperään syntyy tulipaloissa muun muassa sammutusjätevesistä. Tulipalossa käytetystä sammutusvedestä osa höyrystyy tulipalon synnyttämän kuumuuden vaikutuksesta ja osa imeytyy palokohteessa irtaimistoon ja rakenteisiin. Loput vedestä on sammutusjättevettä, johon on sitoutunut tulipalossa haitallisia aineita. Sammutusjätevesien arvioidaan tulipaloissa olevan noin puolet käytetyn sammutusveden määrästä. (Paloposki ym. 2005, 11.) Sammutusjätevesinä voidaan pitää myös vesiä, joita käytetään vaarallisten aineiden onnettomuuksissa laimentamiseen, rajoittamiseen tai kemikaalipilven ohjailuun (Pohjanmaan pelastuslaitos 2016, 20).

Vuonna 2005 Valtion teknillinen tutkimuskeskus (VTT) julkaisi loppuraportin Sammutusvedet ja ympäristö, jossa kartoitettiin sammutusjätevesistä mahdollisesti aiheutuvia ympäristöhaittoja teollisuuspalojen yhteydessä. Tutkimuksessa arvioitiin tulipalon yhteydessä sammutusveteen päätyvien yhdisteiden sekä sammutusjätevesien määriä. Tutkimuksen perusteella useimmissa tapauksissa ympäristövaaraa ei aiheudu niinkään tulipalossa syntyneistä haitallisista yhdisteistä. Ympäristövaara syntyy pääasiassa palokohteissa varastoituna olleista haitallisista tuotteista. Varastoituna olleet haitalliset tuotteet liukenivat sammutuksen yhteydessä sammutusvesiin muodostaen sammutusjätevesiä. (Paloposki ym. 2005, 3, 71.)

Suurempien kohteiden tulipaloissa sammutusveden määrän kasvaessa kasvaa myös sammutusjäteveden määrää. Sammutustaktiset ratkaisut kuitenkin määrittelevät sammutusveden tarpeen ja kokonaisuuden. Isojen tulipalojen kohdalla sammutusveden määrä voi olla niin suuri, ettei kyseistä vesimäärää ei ole mahdollista toimittaa kohteeseen. Isoissa tulipaloissa rajoittavan taktiikan sammutusveden määrä on pienempi kuin hyökkäävän taktiikan. Isoissa tulipaloissa paloa ei tulisi pyrkiä sammuttamaan vaan käyttämään kohteessa oleva sammutusvesi tulipalon rajoittamiseen. Täyden palon vaiheessa olevan rakennuksen sammuttaminen vaatii kohteen mukaan paljon sammutusvettä ja tulipalon rajoittaminen ei vaadi välttämättä vettä juuri lainkaan.

### 3.3 Tulipalojätteet

Tulipaloista jäljelle jäävät kiinteät palojätteet luokitellaan joko kokonaan tai osittain loppusijoitettavaksi rakennusjätteeksi. Loppusijoitettava rakennusjäte tarkoittaa jätettä, joka on hyödyntämiskelvotonta tai lajittelukelvotonta jätettä ja joka on vaikeasti muusta jätteestä eroteltavaa. Tulipalojätteet sisältävät todennäköisesti myös ympäristölle haitallisia aineita. Ympäristölle haitallisten aineiden määrä ja laatu riippuu palaneesta materiaalista. Tulipaloissa tulipalojätteen lisäksi loppusijoitettavaksi rakennusjätteeksi päätyvää jätettä muodostuu erilaisista eristeistä, kipsilevyistä ja kattohuovista. (Purkutyöt - opas tekijöille ja teettäville, 78.)

Tulipaloista syntyy aina tulipalojätteitä. Jätteen määrä riippuu palavan kohteen koosta ja tulipalon kehitysvaiheesta. Tulipalon varhainen havaitseminen ja alkusammutustoimenpiteet vähentävät



kaikkia vahinkoja ja tulipalojätteiden määrää. Pelastuslaitos saapuu tulipalopaikalle aina viiveellä, joten ilman kohteessa tehtyjä alkusammutustoimenpiteitä tulipalo pääsee muodostumaan suuremmaksi ja tulipalojätteiden määrä lisääntyy. Oikein suunnatuilla ja mitoitetuilla pelastuslaitoksen torjuntatoimilla saadaan tulipalojätteitä vähennettyä.

## 4 LAINSÄÄDÄNTÖ JA OHJEISTUS

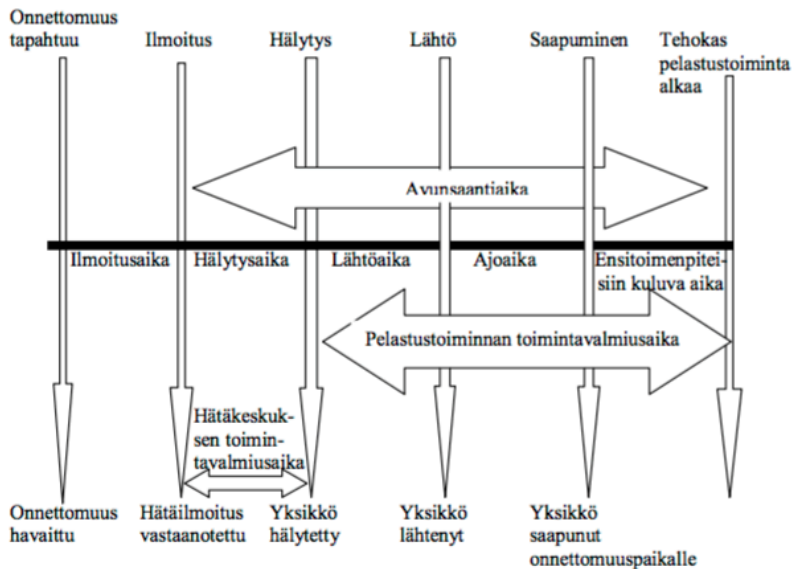
Pelastustoimintaa keskeisesti ohjaava lainsäädäntö on pelastuslaissa (379/2011). Pelastuslaki antaa velvoitteita ihmisille, yhteisöille ja yrityksille. Ympäristövahinkojen torjunta on pelastuslaissa keskeisesti esillä. Laki velvoittaa kaikkia ennaltaehkäisemään ympäristövahinkoja ja vähentämään onnettomuuden jälkeisiä haittoja mahdollisimman tehokkaasti. Tässä luvussa esitellään pelastuslain sisältöä ympäristövahinkojen vähentämiseksi sekä palontutkinnan ja palonsyöntutkinnan laki-perusteiset toiminnot. Luvussa on kuvattuna myös pelastustoimen toimintavalmiuden suunnitteluohjeen avunsaantiaikakäsite, joka on merkittävä tekijä, kun sitä verrataan tulipalon kehittymiseen.

### 4.1 Pelastustoiminta

Pelastuslain keskeisenä tavoitteena on onnettomuuksia ennaltaehkäisevä toiminta, joka parantaa ihmisten turvallisuutta. Onnettomuuden sattuessa ihmiset pelastetaan ja tärkeät toiminnot turvataan. Pelastuslain yhtenä tavoitteena on rajoittaa onnettomuuden seurauksia tehokkaasti. Onnettomuuden seurausten rajoittaminen on toteutettava niin, että ympäristölle aiheutuvat haitat jäävät mahdollisimman vähäisiksi. (Pelastuslaki 379/2011, 1 §.) Tulipalojen seurausten rajoittaminen on siis yksi pelastustoimen tärkeimmistä tehtävistä tulipaloissa sammutustyötä suoritettaessa.

Pelastuslaki antaa velvoitteita rakennusten omistajille ja toiminnanharjoittajille. Niiden on ehkäisevä tulipalojen syttymistä ja varauduttava ympäristön suojaamiseen vaaratilanteissa. Kiinteistön omistajien ja toiminnanharjoittajien on myös varauduttava tulipalojen sammuttamiseen omien kykijensä mukaan. (Pelastuslaki 367/2011, 14 §.) Kiinteistön omistajilla ja toiminnanharjoittajilla on suuri merkitys tulipaloja ennaltaehkäisevässä toiminnassa ja ympäristön suojaamiseen vaaratilanteissa.

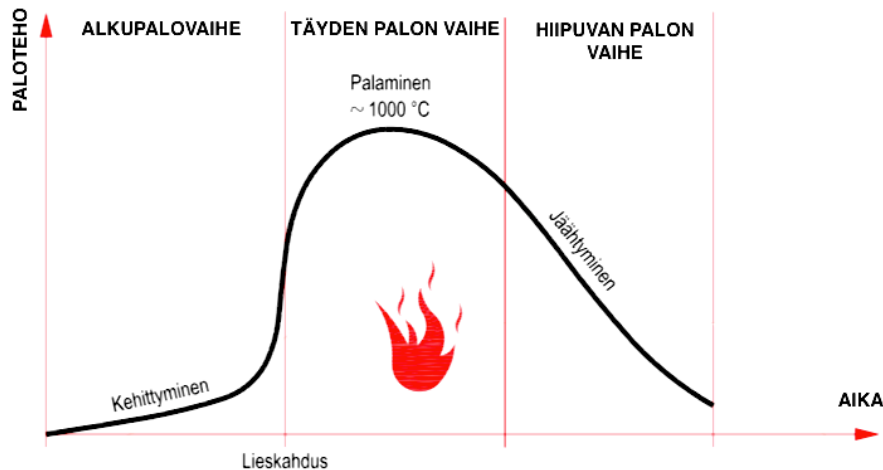
Tulipalokohteissa avunsaantiaika määräytyy alueen riskiluokan perusteella. Avunsaantiaika on vähimmillään 13 minuuttia hätäpuhelun alkamisesta, jolloin tehokas pelastustoiminta alkaa. (Pelastustoimen toimintavalmiuden suunnitteluohje 2012, 14). Tämä avunsaantiaika toteutuu niihin kohteisiin, jotka ovat noin kuuden kilometrin päässä vakituisesti miehitetystä paloasemasta. Kuvassa 13 on esitetty toimintavalmiusaikakäsitteet, jotka kuvaavat toimenpiteitä, ennen kuin tehokas pelastustoiminta kohteessa alkaa.



Kuva 13. Toimintavalmiusaikakäsitteet (Pelastustoimen toimintavalmiuden suunnitteluohje 2012, 13).

Huoneistopalon kohdalla tulipalo voi kehittyä lieskahduspisteeseen kolmessa tai neljässä minuutissa. Tässä ajassa lämpötila on noussut yli 500 asteeseen ja savukaasut levinneet koko huoneistoon. Tulipalon kehittymisen aikaa voidaan pidentää alkusammutustoimenpiteillä tai vähentämällä palamisen edellytyksiä. Avunsaantiajan ollessa vähimmillään 13 minuuttia on huoneistopalo voinut kehittyä täyden palon vaiheeseen ennen pelastuslaitoksen sammutustoimenpiteiden alkamista. (Lahtela 2018, 7.)

Kuvassa 14 on esitetty huoneistopalon kehittyminen ajan ja palotehon suhteen. Alkupalovaiheessa tulipalo kehittyy ja voimistuu vähitellen. Alkupalovaiheen lopussa tapahtuu lieskahdus, jolloin tulipalo voimistuu nopeasti ja kaikki palava materiaali syttyy. Lieskahduksen jälkeen alkaa täyden palon vaihe. Täyden palon vaiheessa tulipalo on kuumimmillaan ja paloteho suurinta. Täyden palon vaiheen ollessa loppuillaan palon vaihe muuttuu hiipuvaksi paloksi. Hiipuvan palon vaiheessa palava materiaali vähenee ja tulipalon lämpötila alkaa laskea.

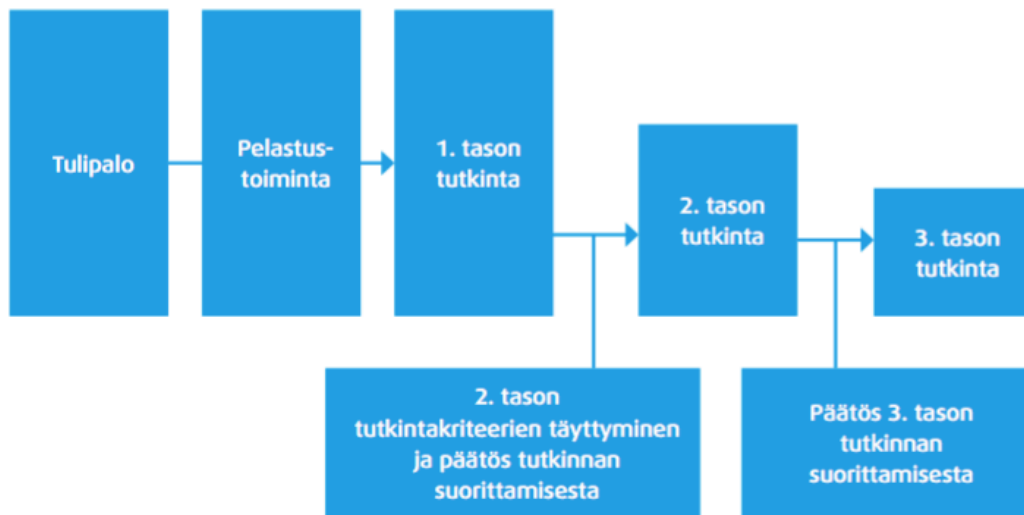


Kuva 14. Huoneistopalon kehittyminen palotehon ja ajan suhteen mukailtu (mukailtu Lahtela 2018, 8).

## 4.2 Palontutkinta

Pelastuslain 379/2011 41 §:n mukaan pelastuslaitosten on suoritettava palontutkinta. Palontutkinnan tavoitteena on vastaavien tulipalojen ennaltaehkäisy sekä pelastustoiminnan ja toimintavalmiuksien kehittäminen. Palontutkinnassa tulipalon syttymissy arvioidaan ja selvitetään tulipalon syttymiseen sekä leviämiseen vaikuttavat tekijät. Palontutkinnassa selvitetään myös tulipalosta aiheutuneet vahingot ja vahinkojen laajuuteen vaikuttavat tekijät sekä pelastustoiminnan kulku.

Pelastuslaitosten palontutkintaa kehittävässä palontutkinnan käsikirjassa (2014) on palontutkinta jaettu kolmeen eri tasoon. Tasot on tehty palontutkinnan vähimmäisvaatimusten määrittämiseksi. Kuvassa 15 on havainnollistettu palontutkinnan eri tasot ja niiden aloittaminen. Ensimmäisen tason palontutkinnassa arvioidaan tulipalon syttymissy ja sen leviämiseen vaikuttaneet tekijät, palosta aiheutuneet vahingot ja vahinkojen laajuuteen vaikuttaneet tekijät. Vahinkojen laajuuteen vaikuttavina tekijöinä arvioidaan asukkaiden ja henkilökunnan toiminta palotilanteessa sekä pelastustoiminta. Ensimmäisen tason tutkinta tehdään kaikista tulipaloista. Pelastustoiminnan johtaja kirjaa palontutkinnan tiedot pelastustoimen resurssi- ja onnettomuustilastojärjestelmään (PRONTO). Toisen tason palontutkinta on pelastuslaitosten laajempi palontutkinnan taso. Tutkinnassa selvitetään tulipalon syy ja perehdytään tarkemmin onnettomuuden laajuuteen vaikuttaneisiin tekijöihin, pelastustoiminta mukaan lukien. Toisen tason palontutkinnan tekee tehtävään koulutettu palontutkija. Toisen tason tutkinnan aloittamisesta päättää pelastuslaitos omien suunnitelmiansa mukaisesti. Kolmannen tason palontutkinta on tutkinnan laajin taso, joka tehdään tarvittaessa erityisen merkittävässä tapauksissa tai osana muuta tutkintaa. Tason kolme tutkintaa varten kootaan työryhmä, johon voi kuulua myös pelastuslaitoksen ulkopuolisia jäseniä. Päätöksen kolmannen tason tutkinnan voi aloittamisesta voi tehdä pelastuslaitos, poliisi, turvallisuus- ja kemikaalivirasto tai onnettomuustutkintakeskus. (Rautasuo 2014, 9, 11-12.)



Kuva 15. Palontutkinnan eri tasot ja niiden aloittaminen (Rautasuo 2014, 12).

Palontutkinnan vaikuttavuuden arviointi on prosessina pitkä. Palontutkinnan vaikuttavuus näkyy palontutkintojen jälkeen tehtyjen toimenpiteiden tuloksissa. Tulokset voivat näkyä muun muassa pelastuslaitosten valvontatyössä sekä viranomaisyhteistyön kautta vaatimusten tiukentumisena uusien kohteiden rakennusluvissa ja rakentamisessa. Palontutkinnan vaikuttavuus näyttäytyy myös turvallisuusviestinnässä. Palontutkinnan tulosten perusteella turvallisuusviestintää pystytään kohdentamaan tietyille teollisuuden aloille tai eri ihmisryhmille. Palontutkinta on osaltaan myös pelastustoiminnan kehittämistä. Palontutkinnan vaikuttavuus pelastustoimintaan näyttäytyy konkreettisina muutoksina pelastustoiminnan koulutuksiin, ohjeistuksiin ja lopulta itse pelastustoimintaan. (Rautasuo 2014, 52.)

### 4.3 Palonsyöntutkinta

Poliisin tutkintavelvollisuus tulipaloissa perustuu pelastuslain (379/2011) 41 §:n. Pelastuslain mukaan pelastusviranomaisen on ilmoitettava asiasta poliisille, jos on aihetta epäillä, että tulipalo on aiheutettu tahallisesti tai tuottamuksellisesti. Pelastuslain mukaan poliisille on myös ilmoitettava palontutkinnan yhteydessä havaituista palo- ja henkilöturvallisuusrikkomuksista. Poliisin on toimitettava poliisilain (872/2011) 6 luvun 1 §:n mukainen poliisitutkinta palonsyyn selvittämiseksi. Poliisi tekee palonsyyn selvittämisen tulipaloista, joiden seurauksena henkilö on menehtynyt tai on sattunut vakava henkilövahinko sekä niissä tilanteissa, joissa omaisuusvahinko on ollut huomattava.

Tahallisesti aiheutettu tulipalo katsotaan tapahtuneen silloin, kun henkilön tarkoituksena on ollut aiheuttaa tulipalo. Tahalliseksi tulipalo katsotaan myös, jos henkilö on pitänyt tulipalon aiheutumista varmana tai varsin todennäköisenä. Tuottamuksellinen tulipalo on aiheutunut huolimattomuuden tai varomattomuuden seurauksena. Tuottamuksellisissa tulipaloissa on rikottu olosuhteiden edellyttämää ja henkilöltä vaadittavaa huolellisuusvelvollisuutta. (Lehtimäki ja Mäkelä 2018, 14 - 15.)

Pelastuslain 379/2011 41 §:n mukaisella henkilön menehtymisellä tarkoitetaan kuolemaa, joka on aiheutunut tulipaloksi katsottavasta tapahtumasta. Palokuolema katsotaan tapahtuneen silloin, kun tulipalo on aiheuttanut henkilölle vammat, joiden seurauksena henkilö on menehtynyt 30 vuorokauden kuluttua tulipalosta. Palokuolemaksi luetaan myös kuolemat, jotka tulipalo on epäsuorasti aiheuttanut. Tällaisia tapahtumia ovat esimerkiksi rakennuksen sortuminen henkilön päälle tulipalon seurauksena tai henkilön putoaminen tulipaloa paetessa. Vakava henkilövahinko tulipalossa on tapahtunut silloin, kun henkilö on tulipalon takia tai sen seurauksena joutunut sairaalahoitoon yli 48 tunniksi. Vakavaksi henkilövahingoksi luokitellaan myös loukkaantuneen hoidon aloittaminen enintään seitsemän vuorokauden kuluessa. Huomattavaksi omaisuusvahingoksi määritellään yli 200 000 euroa olevat omaisuusvahingot. Omaisuusvahinko on voinut syntyä joko ympäristölle tai omaisuudelle. (Poliisihallitus 2018, 4.)

## 5 HALLITUSTI POLTTAMINEN

Hallitusti polttaminen on valittu toimintamalli, jossa tulipalon annetaan palaa loppuun asti ilman aktiivisia sammutustoimenpiteitä. Hallitusti polttaminen vaatii hyvää tiedustelua ja esivalmistelua sekä pohdintaa saavutettavien hyötyjen ja haittojen suhteesta. Rakennusten osalta hallitusti polttaminen edellyttää rakenteiden tuntemusta sekä tulipalon leviämiseen vaikuttavien tekijöiden hallitsemista. Hallitusti polttaminen on pelastustoiminnan johtajan tekemä taktinen ratkaisu, jolla pyritään rajoittamaan tehokkaasti omaisuudelle ja ympäristölle aiheutuvia haittoja.

Tulipalojen jälkeen tulipaloissa mukana olleet pelastusalan ammattilaiset pohtivat usein aggressiivisen sammutuksen hyötyjä toiminnan tuloksellisuuden kannalta. Saavutettiin ko toiminnalla pelastuslain tavoite, jossa onnettomuuden seurauksia rajoitetaan tehokkaasti? Jos kohde on täyden palon vaiheessa ja omaisuus on jo menetetty, saadaanko onnettomuuden seurauksia rajoitettua sammutustoimilla vai kohde hallitusti polttamalla? Tämä herättää paljon keskustelua pelastusalan sisällä. Yksiselitteistä vastausta ei varmasti kukaan voi näihin kysymyksiin antaa, koska tulipalot ovat aina tapauskohtaisia. Hallitusti polttamisesta tai sen mahdollisuuksista ei ole tehty aiempia tutkimuksia, joten perusteet hallitusti polttamiselle ovat olleet yksittäisten henkilöiden kokemusten varassa.

Hallitusti polttamista on toteutettu yksittäisissä tapauksissa. Hallitusti polttamista on voitu harkita pääasiassa P1-paloluokan rakennusten osalta. P1-paloluokan rakenteet tarkoittavat rakennusta, jossa kantavien rakenteiden oletetaan kestävän tulipalossa sortumatta. Kyseiset rakenteet ovat myös kantavuuden, tiiveyden sekä eristävyysvaatimusten osalta 60 minuutin paloluokassa. 60 minuutin aikana tulipalo ei heikennä rakennuksen kyseisiä ominaisuuksia. Tällaisia rakennuksia ovat tyypillisesti betonirakenteiset kerrostalot. Kerrostalon puiset ullakkorakenteet voidaan tulipalon sattuessa polttaa hallitusti, jolloin kantavien rakenteiden oletetaan kestävän tulipalon.

Paloluokiteltuja rakennuksia on neljää eri tasoa. P0-paloluokan rakennuksen rakenteet toteutetaan toiminnallisen palomitoituksen mukaan kohde kerrallaan. P1-paloluokan rakennuksen kantavat rakenteet oletetaan kestävän sortumatta palon ja jäähtymisvaiheen aikana ilman sammutustoimenpiteitä. Rakennuksen henkilömäärää ja kokoa ei ole rajoitettu. P2-paloluokan rakennuksen kantavat rakenteet ovat yleensä P1-paloluokan rakenteita lievemmat. Rakennuksen henkilömäärää ja kokoa on rajoitettu rakennuksen käyttötarkoituksesta riippuen. Tällaisia rakennuksia ovat esimerkiksi 1 kerroksiset tuotanto- ja varistorakennukset. P3-paloluokan rakennuksen kantavilla rakenteilla ei yleisesti ole palonkestävyysvaatimuksia. Rakennuksen henkilömäärää ja kokoa on rajoitettu rakennuksen käyttötarkoituksesta riippuen. Tällaisia rakennuksia ovat esimerkiksi enintään 2-kerroksiset asuinrakennukset sekä pienet varistorakennukset. (Lahtela 2018, 11.)

Hallitusti polttaminen ei ole aiheena mitenkään uusi. Yhtenä esimerkkinä voisi nostaa esille Porvoon tuomiokirkon paanukaton hallitusti polttamisen. Taktisen valinnan mahdollisti tieto kattorakenteista ja niiden kestävydestä sammutettaessa. Suuri vesimäärä olisi imeytynyt eristemateriaaliin,

jolloin välikattona toimivat holvikaaret olisivat voineet romahtaa. Näiden tietojen pohjalta sammutustaktiikaksi valittiin hallitusti polttaminen. Hallitusti polttamisen ansiosta palon tuhot jäivät vähäisiksi. (Pelastustieto 5/2006. Porvoon tuomiokirkon kattorakenteiden annettiin palaa hallitusti.) Porvoon kirkko saneerattiin tulipalon jälkeen ja on edelleen käyttökunnossa.

Toinen esimerkkitapaus sattui Porissa 2019. Poriin keskustassa sijaitsevan Keskuskartanon ullakolla syttyi tulipalo. Tulipalo pääsi nopeasti leviämään koko ullakon alueelle, ja käytettävät sammutustoimet eivät tehonneet. Päätöstä hallitusti polttamisesta edesauttoi tiedot rakenteista ja niiden oletetusta kestävydestä. Päätöstä helpotti myös pelastustoiminnan johtajan kokemus vastaavanlaisesta tulipalosta. Vastaavanlaisessa tulipalossa rakennusta sammutettiin aktiivisesti, rakennus lopulta purettiin runsaiden vesivahinkojen johdosta. (Pelastustieto 6/2019. Keskuskartanon hurja palo. Katon annettiin palaa hallitusti.) Keskuskartano saneerattiin tulipalon jälkeen, ja noin kahden vuoden päästä asukkaat pääsivät muuttamaan takaisin asuntoihin.



## 6 TUTKIMUS

Tässä luvussa käsitellään opinnäytetyön tutkimusosuus. Tutkimusosuuden alussa käydään läpi tutkimuksen tarkoitus sekä se, miten laadullinen tutkimus on toteutettu. Tässä luvussa kerrotaan myös, miten tutkimusaineisto on hankittu sekä tutkimuksessa käytetyt analyysimenetelmät. Tässä luvussa on käsitelty laajasti tutkimuskirjallisuutta tutkimusprosessin pohjaksi, jonka tarkoituksena on vahvistaa tutkimustulosten luotettavuutta.

### 6.1 Tutkimuksen tarkoitus

Tutkimuksella on aina oltava jokin tehtävä tai tarkoitus. Tutkimuksen tarkoitusta voidaan luonnehtia neljän eri piirteen perusteella. Tutkimus voi olla kartoittava, selittävä, kuvaileva tai ennustava. Tutkimuksen tarkoitus ja piirre ohjaa tutkijaa myös tutkimusstrategisissä valinnoissa. Tutkimustyötä tehdessä on kuitenkin huomattava, että tutkimus voi sisältää myös usean eri tarkoituksen. Tutkimuksen tarkoitus voi myös muuttua tutkimusta tehdessä. (Hirsjärvi ym. 1997, 137 - 138.)

Tapaustutkimukselle ominainen piirre on tuottaa kehittämissuhteita ja -ideoita. Tutkimuksen on tarkoitus tuottaa tietoa nykyajassa tapahtuvasta ilmiöstä todellisissa tilanteissa ja toimintaympäristössä. Tapaustutkimuksella pyritään tuottamaan syvällistä ja yksityiskohtaista tietoa tutkittavasta tapauksesta. Tapaustutkimus soveltuu erittäin hyvin kehittämistyön lähestymistavaksi, koska tutkimuksen tarkoituksena on kehittää toimintaa tutkimuksen pohjalta. (Ojasalo ym. 2009, 52-53.)

Erilaisilla tutkimusmenetelmillä pyritään löytämään tutkimusongelmaan ratkaisu. Tutkimusongelmaan tuodaan ratkaisu erilaisilla menetelmillä, joita ovat sääntö, menettelytapa tai keino. Tutkimusongelma pitää tuntea hyvin, jotta tutkimusmenetelmän voi valita. Tutkimusratkaisun tuottamisen edellytyksenä on käyttää tiedemaailmassa hyväksi havaittuja ja oikeiksi todettuja keinoja. Tutkimustulosten luotettavuus perustuu hyväksytyjen keinojen käyttöön, jolloin tutkimustulokset ja niistä muodostetut johtopäätökset ovat vertailukelpoisia aiempiin tutkimuksiin. (Kananen 2015, 65.)

Tämän tutkimuksen tarkoitus on selvittää hallitusti polttamisen mahdollisuutta osana tehokasta pelastustoimintaa. Tarkoituksena on myös selvittää, vaikeuttaako hallitusti polttaminen palontutkinnan ja palonsyöntutkinnan toimintaa sekä saadaanko palontutkintaa tehtyä kokonaan palaneesta tulipalosta.

Tämän opinnäytetyön teoreettinen viitekehys koostuu tulipalojen sammutustaktiikoista ja taktiikoiden valintaan johtavista toimintamalleista sekä onnettomuuden taktisista yleisperiaatteista. Teoreettisessa viitekehyksessä on käsitelty myös tulipaloista aiheutuvia ympäristöhaittoja sekä pelastustoiminnan, palontutkinnan ja palonsyöntutkinnan lainsäädäntöä ja ohjeistuksia.

## 6.2 Tutkimuksen toteutus

Laadullisessa eli kvalitatiivisessa tutkimuksessa aineisto hankitaan luonnollisista ja todellisista tilanteista, mikä on kaiken kattavaa tiedon hankintaa. Tietoa hankitaan suoraan ihmisiltä tilastojen sijaan, jotta havainnot tutkittavasta asiasta nousevat paremmin esiin. Tutkimuksen tarkoituksena ei ole testata teoriaa, vaan aineistoa tarkastellaan analyttisesti ja yksityiskohtaisesti. Laadullisessa tutkimuksessa aineisto määrittelee tärkeimmät seikat tutkimukselle. Haastateltavien näkökulmat halutaan saada tutkimuksessa mahdollisimman hyvin esiin, joten aineiston hankinnassa voidaan käyttää erilaisia menetelmiä. Aineiston hankintamenetelmiä ovat muun muassa teemahaastattelu, osallistuva havainnointi sekä erilaisten dokumenttien analysointi. Haastateltavat valitaan tarkoituksenmukaisesti, heillä uskotaan olevan toivottua tietoa tai kokemusta tutkittavasta asiasta. Tutkimussuunnitelma ja tutkimus muotoutuu tutkimuksen edetessä ja suunnitelmia saatetaan joutua muuttamaan olosuhteiden muuttuessa. Jokainen tutkimus on ainutlaatuinen ja aineiston tulkinta pitää olla sen mukaista. (Hirsjärvi ym. 1997, 164.)

Laadullista menetelmiä käytetään tieteellisissä tutkimuksissa, joissa tutkittavaa asiaa ei tunneta ennuudestaan hyvin ja asiaa halutaan ymmärtää paremmin. Laadullista tutkimusta tehdessä tutkittavia on huomattavasti vähemmän kuin määrällisessä tutkimuksessa. Laadullisessa tutkimuksessa syntyy usein runsaasti analysoitavaa aineistoa, jonka tarkoituksena on ymmärtää ilmiötä paremmin ja kokonaisvaltaisemmin. (Ojasalo ym. 2009, 105.)

Kartoittavan tapaustutkimuksen tarkoituksena on selvittää vähän tunnettuja ilmiöitä, kartoittaa tutkittavan aiheen nykytilaa sekä etsiä ja löytää uusia näkökulmia tutkittavasta aiheesta. Tapaustutkimuksesta saadaan intensiivistä ja yksityiskohtaista tietoa yhdestä tapauksesta tai pienestä määrästä toisiinsa suhteessa olevista tapauksista. Tapaustutkimuksessa kiinnostuksen kohteena on yleensä prosessit ja yksittäisen tapauksen liittyminen kokonaisuuteen. (Hirsjärvi ym. 1997, 134 - 135, 138.)

Tämän tutkimuksen toteutustapa on kvalitatiivinen tutkimus. Laadullinen tutkimus mahdollistaa kerräntyneen materiaalin intensiivisen tutkimisen ja analysoinnin. Hallitusti polttamisesta ei ole aiempia tutkimuksia, joten kartoittava tapaustutkimus on paras vaihtoehto tutkimusstrategisesti. Tutkimuksella halutaan saada tietoon hallitusti polttamisen perusteet. Hallitusti polttaminen on aiheena vanha, mutta tutkittavana asiana ainutlaatuinen.

## 6.3 Aineiston hankkiminen

Teemahaastattelun avulla pystytään tutkimaan erilaisten ilmiöiden näkyvyyttä sekä saamaan tutkimuksissa esiintyviin ongelmiin vastauksia. Teemahaastattelua pidetään myös puolistrukturoituna haastatteluna, jolloin tarkentavia tai syventäviä kysymyksiä voidaan esittää haastateltavan vastauksien pohjalta. Teemahaastattelun tarkoituksena on korostaa haastateltavien tulkintoja kysyttävistä

asioista sekä heidän asioille antamistaan merkityksistä. Teemahaastattelu voi edetä hyvinkin johdonmukaisesti kysymys kysymykseltä tai todella avoimesti, jolloin kysyttävien asioiden järjestys voi muuttua. Teemahaastattelun vapaudesta huolimatta haastattelulla on pyrittävä löytämään merkityksellisiä vastauksia tutkimuksen tarkoituksen ja tutkimustehtävän mukaisesti. (Tuomi ja Sarajärvi 2018, 87 - 88.)

Laadullisella tutkimuksella ei pyritä tilastollisiin yleistyksiin vaan halutaan kuvantaa tiettyä tapahtumaa tai ilmiötä. Laadullisen tutkimuksen tavoitteena on antaa teoreettisesti mielekäs tulkinta tutkitavalle ilmiölle, jolla pyritään ymmärtämään tiettyä toimintaa. Näin ollen laadullista tutkimusta tehdessä on tärkeää valita haastateltaviksi ne henkilöt, jotka tietävät tutkittavasta aiheesta mahdollisimman paljon ja heillä on kokemusta asiasta. (Tuomi ja Sarajärvi 2018, 98.)

Asiantuntijuus ei ole pysyvä ominaisuus tai kyky. Asiantuntijuus määrittyy vuorovaikutuksessa ja toiminnassa esimerkiksi ammatillisten tehtävien kautta. Asiantuntemus ei ole yksilön pysyvä ominaisuus vaan tarkoittaa toiminnassa hankittua tietoa. Haastatteluissa asiantuntijoina voidaan pitää henkilöitä, joilla on tutkittavasta asiasta erityistä tietoa. Tapaustutkimuksen asiantuntijoina voidaan pitää tapaukseen osallistuvia henkilöitä, joilla on tapauksesta sellaista tietoa, jota ei ole kenelläkään toisella. (Hyvärinen ym. 2017, 215 - 216.)

Tutkimuksen haastattelumuodoksi valitsin puolistrukturoidun teemahaastattelun, koska hallitusti polttamista ei ole tutkittu aiemmin. Puolistrukturoitu haastattelu mahdollistaa haastateltavan ja tutkijan välisen monipuolisen vuorovaikutuksen. Haastattelun teemoiksi muodostui teoreettisen viitekehysten pohjalta selkeät teemat. Haastateltavat valikoituivat kahden eri tulipalon pohjalta, joissa toisessa oli käytetty taktiikkana hallitusti polttamista ja toisessa hyökkäävää taktiikkaa. Tulipalot valikoituivat saman pelastuslaitoksen alueelta, jotta tapauksia pystyttäisiin vertaamaan toisiinsa mahdollisimman hyvin. Haastateltaviksi valikoitui näiden kahden tulipalon osalta viisi henkilöä. Näitä viittä henkilöä voidaan pitää tässä tutkimuksessa asiantuntijoina tutkittavien tapausten osalta.

Molemmat tulipalot sattuivat Satakunnan pelastuslaitoksen alueella Porissa vuosina 2016 ja 2019. Vuoden 2016 tulipalo sattui Omenahotellina tunnetussa kiinteistössä. Kyseisen tulipalon osalta haastateltavaksi valikoituivat pelastustoiminnan johtaja sekä poliisin tekninen tutkija. Vuoden 2019 tulipalo sattui Keskuskartano-nimisessä kiinteistössä. Tämän tulipalon osalta haastateltaviksi valikoituivat pelastustoiminnan johtaja, poliisin tekninen tutkija sekä pelastuslaitoksen palontutkija.

Haastattelut jakoutuivat kahteen eri osioon. Aluksi käytiin onnettomuuteen liittyvien henkilöiden kanssa tapahtumia läpi tulipalokohtaisesti. Kysymykset koskivat tulipalon kehittymistä ja valittuun taktiikkaan vaikuttavia asioita sekä muita huomioita tulipalosta. Seuraavaksi käytiin läpi yleisiä asioita tulipaloihin liittyen. Kysymykset valikoituivat haastateltavien omien osaamisalueiden mukaan, ja ne koskivat tulipalojen sammuttamista, palontutkintaa tai palonsyynytutkintaa. Kysymykset löytyvät tämän opinnäytetyön liitteestä 1.

Tutkimuksen viidestä haastatteluista neljä toteutettiin keväällä 2021 ja yksi syksyllä 2021. Haastattelut tehtiin TAEMS -alustalla videoyhteydellä vallitsevan koronapandemian takia. Haastateltavien kanssa sovittiin haastatteluajat hyvissä ajoin etukäteen, jotta he pystyisivät valmistautumaan haastatteluun. Kyseisistä tulipaloista oli kulunut myös aikaa, joten riittävän valmistautumisajan antaminen haastateltaville mahdollisti tarkempien tietojen saamisen.

#### **6.4 Tapaustarkastelu**

Omenahotellina tunnetussa kiinteistössä syttyi tulipalo 28.5.2016. Pelastuslaitos sai hälytyksen tulipalosta noin kello 05:30. Aluksi tehtävä tuli pelastuslaitokselle huoneistopalona. Ilmoituksen mukaan savua tulee ilmastoinnista. Kiinteistössä sijaitsi hotelli, omistusasuntoja sekä yleisiä kokoustiloja. Tulipalo paikallistettiin seitsemänkerroksisen talon ylimmän kerroksen kokoustilaan. Kokoustiloissa sijaitseva tulipalo saatiin nopeasti sammumaan pelastuslaitoksen toimenpitein. Tulipalo oli kuitenkin päässyt leviämään kokoustiloista ullakolle, jossa palo voimistui. Ullakolle pääsy oli hankalaa, joten sammutustoimet ullakon osalta olivat haastavia. Sammutustyöt kestivät pitkään, ja kohde kärsi huomattavia vesivahinkoja. Kohde purettiin lopulta tulipalossa syntyneiden palo- ja vesivahinkojen takia.

Keskuskartanona tunnetussa kiinteistössä syttyi tulipalo 15.5.2019. Pelastuslaitos sai hälytyksen tulipalosta noin kello 17:30. Pelastuslaitoksen päästyä kohteeseen selvisi, että tulipalo oli 11-kerroksisen asuinrakennuksen ullakotiloissa. Asuinkerrostalossa oli kolme erillistä porrashuonetta ja 162 erikokoista asuinhuoneistoa. Pelastuslaitoksen sammutustoimet eivät riittäneet pysäyttämään nopeasti leviävää tulipaloa. Tulipalo pääsi leviämään koko ullakon osalle nopeasti. Päätös ullakko-rakenteiden hallitusti poltosta tehtiin hyvien kohdetietojen jälkeen. Pelastustoiminnan johtaja teki päätöksen hallitusti poltosta noin kolmen tunnin päästä tulipalon alkamisesta. Hallitusti polttaminen varmistettiin pelastuslaitoksen osalta huolellisesti ja varauduttiin tulipalon leviämiseen. Hallitusti polttaminen päättyi puolen yön aikaan, jolloin aloitettiin kytevien palopesäkkeiden sammutustyöt. Koko asuinkerrostalo saneerattiin tulipalon jälkeen ja on taas asuinkuntoinen.

#### **6.5 Analyysimenetelmä**

Haastattelujen jälkeen laadullinen aineisto kirjoitetaan puhtaaksi eli litteroidaan. Litterointi tehdään koko aineistosta useimmiten sanatarkasti, jotta sen analysointi on helpompaa. (Hirsjärvi ym. 1997, 222.) Litteroinnin tarkkuustasoa keskeisesti määrittävä seikka on tutkimuskysymys. Litteroinnin tarkkuutta määrittelee myös analyysitapa, jolla aineiston analyysiä tehdään. Asiantuntijahaastatteluiden litteroinnissa huomio kiinnitetään puheen sisältöön, puheen piirteitä ei ole tarpeen litteroida. (Hyvärinen ym. 2017, 427.)

Tämän tutkimuksen kaikki haastattelut nauhoitettiin kahdella erillisellä tallennusvälineellä, jotta yhden laitteen mahdollinen rikkoutuminen ei vaikeuttaisi tutkimuksen tekemistä. Haastattelujen pituudet vaihtelivat 29 minuutin ja 60 minuutin välillä. Tässä tutkimuksessa aineisto litteroitiin sanatarasti, mutta haastatteluissa esiintyvät täytesanat jätettiin litteroimatta. Litteroinnit tehtiin heti haastattelujen jälkeen, jotta litterointi onnistuisi mahdollisimman hyvin ja kaikki omat havainnot haastattelusta olisi tuoreessa muistissa. Litteroitavaa materiaalia syntyi haastatteluissa yhteensä 3 tuntia ja 38 minuuttia. Litteroitua tutkimusaineistoa syntyi yhteensä 10 sivua, jossa tekstin koko oli 12 rivivälillä yksi.

Tässä tutkimuksessa analyysimenetelmänä on käytetty aineistolähtöistä sisältöanalyysiä, jonka on tarkoitus luoda sanallisesti selkeä kuvaus tutkittavasta ilmiöstä. Sisältöanalyysillä on tarkoitus järjestellä koko aineisto tiiviiseen muotoon, jotta se olisi selkeä eikä tutkittavaa informaatiota katoaisi analyysin aikana. Sisältöanalyysin tarkoituksena on informaatioarvon lisääminen, jotta hajanaisesta aineistosta saadaan mielekästä, selkeää ja yhtenäistä informaatiota tutkittavasta ilmiöstä. (Tuomi ja Sarajärvi 2018, 122.)

Litteroinnin jälkeen tutkimusaineisto redusoitiin eli pelkistettiin. Pelkistämisen tarkoituksena on etsiä tutkimusaineistosta oleelliset kohdat tutkimusta varten. Oleelliset kohdat kirjoitetaan uudestaan tiivistettyyn muotoon. Pelkistetty aineisto klusteroitiin eli ryhmiteltiin. Ryhmittelyn tarkoituksena on tarkastella aineistoa huolellisesti, jossa ryhmitellään ja yhdistetään pelkistetyt aineistot. Ryhmittelyn jälkeen jokainen ryhmä nimetään sisältöä kuvaavalla käsitteellä, käsitteet muodostavat oman alaluokan. Luokittelussa aineiston on tarkoitus tiivistyä, jolloin yksittäiset tekijät sisällytetään yleisempiin käsitteisiin. (Tuomi ja Sarajärvi 2018, 123 - 124.)

Tämän tutkimuksen pelkistetty aineisto ryhmiteltiin aineistosta esiin nousseiden kokonaisuuksien mukaisesti. Ensimmäisen ryhmän muodosti asiat, jotka käsittelivät hallitusti polttamisen mahdollisuutta osana tehokasta pelastustoimintaa. Toisen ryhmän muodosti asiat, jotka vaikuttavat hallitusti polttamisessa palontutkintaan. Kolmannen ryhmän muodosti asiat, jotka käsittelivät kokonaan palaneen tulipalon palontutkintaa. Neljännen ryhmän muodostivat muut tärkeät seikat, jotka toistuivat aineiston ryhmittelyn aikana.

Ryhmittelyjen jälkeen aineistolle tehtiin abstrahointi eli yläkäsitteiden muodostaminen. Yläkäsitteet muodostuvat, kun ryhmitelystä aineistosta valikoidaan tutkimuksen kannalta oleellinen tieto ja oleellisen tiedon perusteella muodostetaan teoreettisia käsitteitä. (Tuomi ja Sarajärvi 2018, 125.) Ryhmitelystä aineistosta saatiin tutkimuksessa muodostettua kaksi oleellista yläkäsitettä. Yläkäsitteiksi muodostuivat hallitusti polttaminen sekä palontutkinnan turvaaminen sammutustyössä. Näitä tutkimustuloksia käsittelem seuraavassa kappaleessa.

## 7 TUTKIMUKSEN TULOKSET

Tässä luvussa käsittelen tutkimuksen aineiston tuloksia. Aineistolähtöisen sisältöanalyysin tuloksena syntyi kaksi yläkäsitettä. Yläkäsitteet ovat hallitusti polttaminen sekä palontutkinnan turvaaminen sammutustyössä. Nämä kaksi teemaa nousi oleellisiksi asioiksi tutkimusaineiston analyysiä tehdessä. Tässä luvussa on esitelty myös ylipainetutkimuksen tulokset.

### 7.1 Hallitusti polttaminen

Tulipalojen sammuttaminen on pelastuslaitosten ensisijaisia toimintoja tulipalopaikalla. Pelastuslaitoksissa ja Pelastusopistolla on kehitetty paljon hyviä teknisiä ratkaisuja erilaisten tulipalojen sammutukseen. Kehitetyt sammutusratkaisut ovat käyttökelpoisia ja työturvallisia toimintamalleja. Uusia toimintamalleja ja teknisiä ratkaisuja kehitellään jatkuvasti, jotta tulipaloja pystyttäisiin sammuttamaan entistä tehokkaammin. Tulipalojen dynaamisuus ja kohteiden erilaisuus haastavat kuitenkin sammutustyötä tekeviä sekä pelastustoiminnan johtajia.

Hallitusti polttamisen mahdollisuuksista tai käytettävyydestä ei ole aiempia tutkimuksia tai tietoa. Pelastusopisto opettaa pelastustoiminnan johtajille taktisia ratkaisuja ja niiden perusteita, mutta hallitusti polttamista opetuksessa ei mainita. Pelastustoiminnan johtajilla ei siis ole koulutuksen puolesta tietoa hallitusti polttamisen mahdollisuuksista. Ajatukset hallitusti polttamisesta muodostuvat vasta ammattiuran ja kokemuksen karttuessa. Tulipalon sammuttaminen koetaan varmaksi valinnaksi, vaikka hallitusti polttamisella voitaisiin saada parempi lopputulos aikaiseksi kokonaisuuden kannalta. Kokonaisuuteen kuuluu palava kohde, tulipalon sijainti kohteessa, palavan kohteen tuhoutuneisuusaste pelastustoimien alettua, tulipalon sammutustöihin sidotut henkilöstö- ja kalustoresurssit sekä sammutusvedellä aiheutetut lisävahingot.

Hallitusti polttamisen käytettävyys riippuu monesta eri tekijästä. Näitä tekijöitä ovat tulipalon kohde, tulipalon vaihe, tulipalon kehittyminen, sammutustöihin osallistuvan henkilöstön ja kaluston määrä ja laatu, sammutustoimien onnistuminen tulipalon aikana sekä pelastustoiminnan johtajan kokemus ja ammattitaito. Tulipalon tahallisuus tai tuottamuksellisuus vaikuttaa myös osaltaan hallitusti polttamisen käytettävyyteen. Tahallisten tai tuottamuksellisten tulipalojen hallitusti polttamista pitää harvita suhteessa palonsyöntutkintaan.

Tulipalon kohde on yksi keskeisimmistä tekijöistä hallitusti polttamisen käytettävyydessä. Tulipalon kohteen ollessa arvoton tai merkityksetön voidaan hallitusti polttaminen tehdä. Rahallisesti tai henkisesti arvokkaan kohteen hallitusti polttaminen vaatii huolellista puntarointia hyötyjen ja haittojen välillä. Tulipalon vaiheen merkitys korostuu myös hallitusti poltossa. Täyden palon vaiheessa olevan kohteen hallitusti polttaminen on mahdollista, jos sillä pystytään estämään tulipalon leviäminen tai muut vahingot. Tulipalon ollessa täyden palon vaiheessa on tulipalo tuhonnut jo lähes kaiken

pelastettavissa olevan materiaalin eikä tehokkaalla sammutustyöllä saada materiaalivahinkoja vähennettyä.

Tulipalo voi kehittyä ennakoimattomasti kohteen rakenteellisista syistä ja tulipalon kehittyminen voi olla nopeaa. Eri vuosikymmeninä tehdyt remontit ja muutokset rakenteissa muodostavat kerrostumia, joissa tulipalo leviää ennakoimattomasti. Ennakoimattomuus aiheuttaa tulipalon leviämisen pahimmassa tapauksessa koko rakennukseen. Tulipalon nopea kehittyminen voi johtua helposti palavista materiaaleista, palavista nesteistä tai tulipalon kannalta suotuisista veto-olosuhteista. Tulipalon nopea kehittyminen tekee sammuttamisesta hankalaa tulipalon nopeiden muutosten vuoksi. Tulipalon nopea ja ennakoimaton kehittyminen voi johtaa kohteen täyden palon vaiheeseen, jolloin hallitusti polttamisen käytettävyys voi tulla ajankohtaiseksi.

Sammutustoimiin osallistuvan henkilöstön ja kaluston määrä ja laatu vaikuttaa aina valittavaan sammutustaktiikkaan. Jos sammutustoiminnan resurssit henkilöstön ja kaluston osalta ovat alimitoitettuja tulipalon laajuuteen ja voimakkuuteen nähden, käytetään rajoittavaa taktiikkaa. Rajoittavassa taktiikassa tulipalon leviämistä pyritään estämään tehokkaasti. Tehokas leviämisen estäminen voi tarkoittaa koko tulipalon kohteen tai sen osan hallitusti polttamista. Tällöin sammutustoiminnan vähäiset resurssit on sidottu tulipalon leviämisen estämiseen.

Sammutustoimien onnistuminen tulipalon aikana ei ole aina itsestään selvää. Tulipalojen ja kohteiden erilaisuus luo haasteita sammutustyötä tekeville sekä pelastustoiminnan johtajalle. Sammutustoimet eivät aina ole tehokkaita tulipalon sammuttamiseksi, jolloin palo pääsee leviämään ja voimistumaan. Tulipalo voi kehittyä tai levitä ennakoimattomasti, jolloin torjuntataktiikkaa tai tekniikkaa voidaan joutua muuttamaan. Pelastustoiminnan johtajan päätöksellä hyökkäävästä torjuntataktiikasta voidaan joutua luopumaan ja vaihtamaan rajoittavaan taktiikkaan.

Pelastustoiminnan johtajan kokemuksella ja ammattitaidolla on suuri merkitys hallitusti polttamisessa. Taktiset ratkaisut joudutaan useasti tekemään vajailla alkutiedoilla. Pelastustoiminnan johtajan kokemus vastaavista tulipaloista helpottaa oikeiden taktisten ratkaisuiden tekemistä. Pitkä kokemus tuo ymmärrystä myös tulipaloista kokonaisuutena, milloin ja minkälaisia sammutustoimia kannattaa kulloinkin tehdä. Ammattitaito ja sen ylläpito auttaa pelastustoiminnan johtajaa pysymään kehityksessä mukana ja jopa kehittämään uusia toimivampia taktiikoita ja tekniikoita erilaisiin tulipaloihin. Pelastustoiminnan johtajaan kohdistuu tulipalojen yhteydessä usein myös ulkopuolista painetta. Suuri yleisömäärä tai tulipalokohteen omistaja voi olla palopaikalla seuraamassa pelastuslaitoksen tekemiä sammutustoimia. Ammattitaito ja kokemus tuovat varmuutta oikeiden ratkaisuiden tekemiselle, jolloin tulipalon seurauksia rajoitetaan tehokkaasti.

Tulipalon tahallisuus tai tuottamuksellisuus vaikuttaa myös osaltaan hallitusti polttamisen käytettävyyteen. Pelastusviranomaisen on ilmoitettava poliisille, jos epäillään tulipalon olevan aiheutunut tahallisesti tai tuottamuksellisesti. Rikosperustaiset tulipalot ovat poliisijohtoisia tehtäviä. Poliisi ei

kuitenkaan päättä sammutustoimien taktisista ja teknisistä ratkaisuista, mutta pelastustoiminnan johtajan on näissä tulipaloissa oltava aktiivisesti yhteydessä poliisin kanssa. Mahdollisen alkupalon paikka pitää tahallisissa tai tuottamuksellisissa tulipaloissa säilyttää mahdollisimman koskemattomana. Alkupalopaikkaa ei tule pelastuslaitoksen raivata ja sammuttaminen on toteutettava pienellä vesimäärällä. Vähäinen sammutusveden määrä mahdollistaa palomassan helpon ja nopean käsittelyn, jolloin palomassan seulonta on helpompaa ja nopeampaa. Syttymisalueella tai sen välittömässä läheisyydessä ei tule käyttää mitään polttomootorilla toimivia laitteita, jotta mahdolliset tulipaloon liittyvät palavat nesteet on syttymisalueelta löydettävissä.

## **7.2 Palontutkinnan turvaaminen sammutustyössä**

Pelastuslaitos tekee kaikista tulipaloista palontutkinnan. Pelastuslaitoksen palontutkinnassa pyritään vastaavien tulipalojen ennaltaehkäisyyn sekä pelastustoiminnan ja toimintavalmiuksien kehittämiseen. Poliisi tekee palonsyöntutkintaa, jos tulipalossa on epäily tahallisuudesta tai tuottamuksellisuudesta. Palonsyöntutkinnassa poliisi pyrkii selvittämään rikosta ja saattamaan rikoksen tekijät vastuuseen teoistaan. Pelastuslaitoksen torjuntatoimissa tulee ottaa huomioon myös palontutkinta ja sen turvaaminen. Palontutkinnan turvaamisella sammutustyössä luodaan palontutkinnalle hyvät edellytykset saada tilanteesta ja sen kehittymisestä mahdollisimman todenmukainen lopputulos.

Tulipaloja tutkitaan aina kokonaisuuksina, joissa kaikella saatavilla ja selvitettävillä tiedoilla saavutetaan mahdollisimman todenmukainen tapahtumia kuvaava lopputulos. Tutkinta aloitetaan selvittämällä tapahtumat ennen tulipalon syttymistä ja lopetetaan syttymissyyn selviämiseen. Palontutkinta voi kestää minuuteista vuosiin tulipalon ja sen laajuuden mukaan. Nopeimmillaan palontutkinta tehdään heti sammutustöiden yhteydessä pienissä tulipaloissa. Näissä tilanteissa syttymissyyn saadaan yleensä heti selville. Pitkäkestoisimmissä tutkinnoissa pelastuslaitos ja poliisi tekevät yhteistyötä palontutkinnassa, jossa selvitetään kaikki tulipaloon liittyvät asiat. Selvityksissä voidaan tehdä muun muassa tulipalon rekonstruktioita, kuulemisia, haastatteluja, sähköjen kuormitusmittauksia, palaneen massan seulontaa, palavien nesteiden etsintöjä sekä video- ja kuvamateriaaliin tutkimista.

Palontutkinnan kannalta oleellisia asioita ovat tiedot tulipaloa edeltävistä tapahtumista ja tulipalon syttymisvaiheesta. Keskeinen kysymys on miten ja miksi tulipalo on syttynyt. Näillä tiedoilla saadaan yleensä tulipalon syttymissyyn tietoon. Näiden tietojen selvittäminen ei aina ole helppoa. Ennen pelastuslaitoksen saapumista tulipalopaikalle joudutaan alkutiedot selvittämään kohteessa olevilta henkilöiltä ja hätäilmoituksen tekijältä. Jos näistä tiedoista ei ole palontutkinnalle hyötyä, vaikeutuu palontutkinta oleellisesti. Pelastuslaitoksen kuva- ja videomateriaali on erittäin tärkeitä palontutkinnan kannalta. Ensimmäiset kuva- ja videomateriaalit tulipalosta antavat palontutkinnalle



tärkeitä tietoja tulipalon sijainnista ja sen etenemisestä. Tulipalon alkuvaiheen sijainnilla pystytään palontutkintaa kohdentamaan tietyille alueille.

Alkupalopaikan säästäminen mahdollisimman autenttisenä parantaa palontutkinnan onnistumista. Alkupalopaikan raivaamista tulee välttää. Jos alkupalopaikan sammutuksen kannalta on raivattava, tulee raivausta ennen kuvata alkupalopaikka tutkinnan helpottamiseksi. Raivauksessa on vältettävä polttomoottorikäyttöisten koneiden käyttämistä mahdollisten palavien nesteiden tutkimista varten. Raivattu materiaali siirretään alkupalopaikasta niin, että jälkeenpäin pystytään määrittelemään, mitkä materiaalit on raivattu mistäkin kohdasta.

Tulipalot ovat usean tapahtuman summa. Tapahtumat laitetaan aikajärjestykseen, jotta tapahtumista saadaan luotettava kokonaiskuva. Palontutkinnan tarkoituksena on parantaa yleistä turvallisuustasoa kansallisesti, jolloin jokaisella palontutkinnalla on merkitystä. Tahallisten ja tuottamuksellisten tulipalojen aiheuttajat tulee saada selville ja niiden aiheuttajat vastuuseen teoistaan. Pelastuslaitoksen harkitsemattomilla sammutus- ja raivaustoimilla saatetaan vaikeuttaa palontutkintaa. Palontutkinta on yksi vaikeimmista tutkimuksista, joten sitä ei pelastuslaitoksen tekemillä sammutus- ja raivaustoimilla saa vaikeuttaa.

### **7.3 Ylipainetutkimus**

Tein Pelastusopiston harjoitusalueella yhdessä opinnäytetyötä ohjaavien opettajieni kanssa kenttäkokeen maaliskuussa 2020. Kokeen tarkoituksena oli mitata savutuulettimen muodostamaa ylipainetta tavanomaiseen huoneistoon. Vastaavaa koetta ei ollut aikaisemmin tehty, joten tarkkaa tietoa siitä, miten suuri tila savutuulettimella pystytään ylipaineistamaan, ei kokeiden alussa ollut. Ylipaineen vaikutuksesta tulipalon leviämisen estämiseen oli tullut omakohtaista kokemusta työssäni tehtävistä sammutusharjoituksista. Harjoituksissa viereisiä ja yläpuolisia tiloja oli suojattu savutuulettimen ylipaineella onnistuneesti.

Ensimmäiset kokeet tehtiin Pelastusopiston harjoitusalueen kalustohallissa. Kalustohalliin pyrittiin muodostamaan ylipaine käyttämällä kolmea savutuuletinta yhtä aikaa. Kyseisellä koejärjestelyllä ei saatu muodostettua minkäänlaista ylipainetta kalustohalliin. Kalustohallin tilavuuden ollessa noin 3000 m<sup>3</sup> ei kolmella savutuulettimella saatu ylipainetta muodostettua. Koe päätettiin siirtää harjoitusalueen rantasaunalle, joka vastaa tavanomaista huoneistoa kokonsa puolesta. Kohde osoittautui hyväksi paikaksi ylipainekokeelle, jonka tulokset esittelen seuraavaksi.

Kohteen pinta-ala oli noin 50 m<sup>2</sup> ja korkeus 2,5 metriä. Kohteen kuutiomääräksi saatiin siten 125 m<sup>3</sup>. Kohteessa ei tehty mitään ennakkovalmisteluja vaan haluttiin saada tehtyä mahdollisimman autenttinen koe. Kohteen ilmanvaihto oli normaalilla tasolla ja kaikki ovi- ja ikkuna-aukot olivat suljettuina. Savutuuletin asetettiin Pelastusopistossa opetettavan mallin mukaisesti oviaukon ristimitan

etäisyydelle oviaukosta, joka oli kokeessa noin 2,5 metriä. Tällä sijoittamisella saadaan koko oviaukko peitettyä savutuulettimen muodostamalla ilmavirralla.

Kokeessa käytettiin Leader EVS 230 NEO-merkkistä savutuuletinta. Savutuulettimessa oli 2,2 kW säädettävä sähkömoottori, joka saa aikaan 40750 m<sup>3</sup> ilmantuoton tunnissa. Kokeessa käytetty savutuuletin on yleinen savutuuletin pelastuslaitosten käytössä. Kenttäkokeessa savutuulettimella saatiin kohteen ylipaineeksi muodostettua 40 - 50 pascalia. Koetulos vahvistaa omakohtaisen kokemuksen ylipaineen estävän savukaasujen leviämisen. Tulipalon leviäminen savukaasujen välityksellä pystytään estämään tavanomaisen kokoisessa huoneistossa, jossa savutuulettimen tuottama ylipaine ei pääse karkaamaan kohteen avoinna olevista aukoista.

Kokeessa saatujen tulosten perusteella 50 m<sup>2</sup> huoneistoon saadaan kyseisellä savutuulettimella muodostettua kaksi kertaa suurempi paine kuin mitä tulipalo tuottaa. Laskennallisesti voidaan päätellä, että huoneiston koko voi olla noin 100 m<sup>2</sup>, joka pystytään ylipaineistamaan kyseisellä savutuulettimella. Ylipaineistamiseen vaikuttaa aina myös avonaiset aukot ja ilmanvaihto. Avonaiset aukot ja ilmanvaihto heikentävät ylipaineistusta, mikä pitää ottaa huomioon ylipaineistusta toteuttaessa.

Tehty koe oli yksittäinen ja sitä ei toistettu päivän aikana. Koe kuitenkin osoittaa savutuulettimen käytettävyyden osana rajoittavaa taktiikkaa. Savutuulettimen rajoittamisen hyötyjä tulisi käyttää jokaisessa tulipalossa, jos se on teknisesti toteutettavissa. Savutuuletin sitoo erittäin vähän sammutustoimiin käytettäviä henkilöstöresursseja. Tämä kenttäkoe oli kuitenkin hyvin pienimuotoinen, ja tarkempien tulosten saaminen vaatii kattavampaa tutkimusta aiheesta.

## 8 POHDINTA

Parantuneen turvallisuuskulttuurin myötä tulipalojen määrä Suomessa on jo vuosia ollut laskeva trendi. Tulipalojen ennaltaehkäisyn hyödyt näkyvät tulipalojen laskevana tilastoina sekä palokuolemien määrän pienenemisenä. Nopea tulipalon havaitseminen sekä tehokas alkusammutus pienentää tulipalon vaikuttavuutta, jolloin tulipalon aiheuttamat vahingot jäävät vähäisiksi. Tulipaloriskien vähentäminen ja alkusammutustaidon ylläpito on yksittäisen kansalaisen kohdalla paras tapa vähentää tulipaloista aiheutuvia vahinkoja. Alkusammutustaidosta onkin tullut osa kansalaisen perustaitoja, joiden ylläpito vähentää tulipaloista aiheutuneita vahinkoja. Olen ollut urani aikana monella tehtävällä, joissa tehokkaasta alkusammutuksesta on ollut merkittävä hyöty ja suuret tulipalovahingot on pystytty estämään. Tulipalojen ennaltaehkäisy ja alkusammutustaito on siis suurin yksittäinen tekijä tulipalovahinkojen pienentämisessä.

Aina ei kuitenkaan alkusammutusvälineitä ole saatavilla tai niitä ei osata käyttää tai tulipalo sattuu paikassa, jossa kukaan ei ole sitä havaitsemassa. Tällöin pelastuslaitoksen tullessa paikalle tulipalo on jo päässyt kehittymään suureksi ja pelastuslaitoksen tekemät sammutustoimet ovat lähtökohtaisesti myöhässä. Tehokkaan sammutustoiminnan aloittamisen viiveet ovat pitkiä, kun sitä verrataan tulipalon kehittymiseen kuluvaan aikaan. Tulipalo kehittyy sopivissa olosuhteissa täyden palon vaiheeseen nopeasti, jolloin pelastuslaitos on vasta matkalla kohteeseen ja tehokasta sammutustoimintaa ei päästä aloittamaan. Tulipalojen aiheuttamat vahingot ovat tällöin jo mittavia ja peruuttamatonta tuhoa on syntynyt.

### 8.1 Tutkimustulosten pohdinta

Pelastuslain yhtenä tavoitteena on rajoittaa onnettomuuden seurauksia tehokkaasti niin, että ihmisille, omaisuudelle ja ympäristölle aiheutuvat haitat jäävät mahdollisimman vähäisiksi. Pelastustoitimissa on aina otettu hyvin huomioon ihmisille ja omaisuudelle aiheutuvien seurauksien rajoittaminen. Ympäristönäkökulmat ovat tutkimustiedon lisääntyessä otettava yhä enemmän huomioon myös tulipalojen sammuttamisessa. Tulipaloja sammutetaan perinteisesti runsaalla vedellä, jotta tulipalo varmasti sammuu. Sammutusvedestä kuitenkin vain noin puolet kohdistuu tulipaloon ja puolet muodostavat sammutusjätevesiä aiheuttaen omaisuudelle ja ympäristölle haittaa.

Sammutustaktiikat ja -tekniikat ovat pelastustoitimissa pysyneet pitkään samankaltaisina. Vähäiset kehitysmuutokset ovat kohdistuneet pääasiassa sammutustekniikoihin. Teknisten ratkaisuiden kehittyminen on tuonut pelastusalalle paljon työturvallisuutta ja tehokkuutta tulipalojen sammutuksessa. Pelkästään sammutustekniikoiden kehittäminen ei kuitenkaan vähennä tulipaloista aiheutuvien haittojen pienenemistä vaan rinnalle tarvitaan myös taktisten ratkaisuiden kehittämistä. Taktisena ratkaisuna voidaan pitää myös sammutustoiminnasta pidättäytymistä, jos sammutustoiminnan resurssit tai sammutustyöstä muodostuvat haitat ovat ympäristölle ja omaisuudelle epäedullisia.

sia. Tällöin on keskityttävä leviämisen estämiseen ja vahinkojen pienentämiseen. Omaisuusvahinkoja voidaan saada pienennettyä hallitusti polttamalla esimerkiksi kerrostalon ullakko. P1-palokuokan rakenne yleensä kestää tulipalon ja käytetyt sammutusvedet tuhoaisivat alemmissä kerroksissa olevaa omaisuutta.

Omaisuusvahinkojen lisäksi tulipaloissa syntyy haitallisia päästöjä, jotka muodostavat ympäristövahinkoja. Ympäristövahinkoja muodostuu ilmakehään sekä maaperään palavan materiaalin ja käytettävän sammutusaineen mukaan. Tulipaloissa jäljelle jäävät tulipalojätteet sisältävät todennäköisesti myös ympäristölle haitallisia aineita riippuen palaneen materiaalin mukaan. Tulipalosta syntyneitä päästöjä on tutkittu Suomessa ja maailmalla useissa eri tutkimuksissa. Tutkimuksissa on osoitettu tulipalojen muodostavat huomattaviakin päästöjä ilmakehään ja maaperään. Suomessa tehdyn tutkimuksen mukaan puhtaasti polttaminen kuitenkin vähensi ilmakehään muodostuvia päästöjä. Tutkimuksessa vedellä sammuttaminen kasvatti PAH- ja VOC-yhdisteiden sekä aldehydien päästöjä huomattavasti. Kyseinen tutkimus on viimeisin, jossa päästöjä on verrattu puhtaalla polttamisella sekä käyttämällä eri sammutteita.

Tämä tutkimus asettaa pelastuslaitoksen taktiikan hallitusta polttamisesta uuteen valoon. Hallitulla polttamisella voidaan vähentää myös ympäristövahinkoja sammuttamisen sijaan. On kuitenkin muistettava, mitä pienempi tulipalo, sitä vähemmän tulipalosta muodostuu haitallisia yhdisteitä ilmakehään. Kyseinen tutkimus antaa kuitenkin aihetta kehittää tulipalojen sammutustaktisia ratkaisuja. Tulipalojen aktiivisesta sammuttamisesta tulee luopua, jos sammuttamisella aiheutetaan suurempaa haittaa ympäristölle ja omaisuudelle kuin mitä hallitusti polttaminen aiheuttaa. Sammutustoiminnan haitallisuuden arviointi on kuitenkin mahdotonta tehdä jokaisen tulipalon kohdalla. Kukaan ei pysty varmuudella sanomaan, kumpi taktiikka on ympäristön kannalta parempi. Aktiivinen sammuttaminen vai hallitusti polttaminen.

Autopalojen polttokokeissa tehdyn tutkimuksen mukaan autopaloista syntyvät dioksiini- ja furaa-nipäästöt olivat huomattavia suhteessa Ruotsissa syntyviin kokonaispäästöihin. Päästöt olivat huomattavia sammutusjätevesissä sekä savukaasuissa. Sorakuopalle autopaloa sammuttamaan saapuvaa pelastustoimea tulee vastaan monta mietittävää asiaa. Kyseinen kohde on todennäköisesti pohjavesialueella, ja auton sammuttaminen vedellä saastuttaisi pohjavettä. Hallitusti polttaminen muodostaisi taas lisää haitallisia päästöjä ilmakehään. Onneksi autopalojen sammuttamiseen on kehitetty suuri sammutuspeite, joka laitetaan palavan auton päälle tiiviisti, jolloin autopalo sammuu hapenpuutteeseen.

Hallitusti polttamiseen vaikuttaa oleellisesti myös palontutkinta sekä poliisin tekemä palonsyöntutkinta. Pelastuslaitoksen pitää tehdä jokaisesta tulipalosta palontutkinta. Palontutkinnan tavoitteena on vastaavien tulipalojen ennaltaehkäisy sekä pelastustoiminnan ja toimintavalmiuksien kehittämi-

nen. Poliisi tekee palonsyöntutkinnan, jos tulipalossa epäillään rikosta. Poliisi tekee palonsyön selvittämisen myös silloin, jos tulipalon seurauksena henkilö on menehtynyt tai on sattunut vakava henkilövahinko, sekä tilanteissa, joissa omaisuusvahinko on ollut huomattava.

Opinnäytetyön tarkoitus oli selvittää hallitusti polttamisen mahdollisuutta osana tehokasta pelastustoimintaa. Hallitusti polttamisen mahdollisuutta ei ollut pelastusalalla aikaisemmin tutkittu. Aikaisemman tutkimustiedon puute teki opinnäytetyön teosta haastavaa. Ei ollut aikaisempaa tutkimusta, johon oma työni pohjautuisi. Polttokokeissa tehdyt tutkimukset antoivat kuitenkin käsityksen hallitusti polttamisen mahdollisuudesta. Opinnäytetyön tutkimusosuudessa tein haastattelututkimuksen, jossa tarkoitus oli selvittää hallitusti polttamisen mahdollisuutta osana tehokasta pelastustoimintaa. Haastattelututkimuksen tuloksena syntyi kaksi selkeää käsitettä, jotka olivat hallitusti polttaminen ja palontutkinnan turvaaminen sammutustyössä.

Tutkimustulosten perusteella hallitusti polttaminen voidaan katsoa olevan tehokasta pelastustoimintaa. Kun jokin osa kohteesta poltetaan hallitusti, voidaan muita toimintoja tehostaa niin, että omaisuudelle ja ympäristölle aiheutuvat haitat jäävät mahdollisimman pieniksi. Pelastustoimessa pitää uskaltaa pidättäytyä tulipalon sammuttamisesta, jos tulipalo on käytössä oleviin resursseihin suhteutettuna liian iso tai tehokkaalla leviämisen estämisellä saadaan tulipalo rajattua tietylle alueelle. Sammutustoiminnalla voidaan muodostaa ympäristölle ja omaisuudelle suurempia vahinkoja kuin tulipalo itsessään muodostaisi. Tutkimustulosten perusteella tein pelastustoiminnan johtajille toimintaohjeen, jonka tarkoitus on toimia apuvälineenä harkittaessa hallitusti polttamista. Toimintaohje on esitetty liitteessä 2.

Tutkimuksessa nousi selkeästi esille myös palontutkinnan turvaaminen sammutustyössä. Sammutustyötä tehdessä huomioidaan liian vähän palontutkintaa. Palontutkinnan ollessa lakisääteinen tehtävä on sen onnistuminen mahdollistettava valittavasta sammutustaktiikasta huolimatta. Tutkimuksen mukaan hallitusti polttaminen ei estä palontutkintaa tai palonsyöntutkintaa. Tutkimuksen mukaan pelastuslaitoksen tekemä raivaustoiminta palopaikalla haittaa huomattavasti enemmän palontutkintaa kuin hallitusti polttaminen. Alkupalopaikka tulisi sammuttaa pienellä vesimäärällä ja välttää alkupalokohteen raivaustöitä. Tämä mahdollistaa parhaat edellytykset palontutkinnalle.

Opinnäytetyössä oli tarkoitus selvittää myös savutuulettimen muodostamaa ylipainetta tavanomaiseen huoneistoon. Kenttäkokeessa saatiin savutuulettimella muodostettua huoneistoon paine, joka estää tehokkaasti tulipaloja leviämästä viereisiin tiloihin. Ylipaineistaminen on tehokas toimenpide estämään savukaasujen leviämistä viereisiin tiloihin. Savutuulettimen teho ja ylipaineistettavan tilan koko määräävät ylipaineistuksen tehokkuuden. Kokeen tuloksista voidaan päätellä, että sammutusautoissa olevilla savutuulettimilla saadaan ylipaineistettua noin 100 m<sup>2</sup> tavanomainen huoneisto tehokkaasti.

Tutkimuksen tuloksia voidaan hyödyntää pelastustoiminnan johtajien koulutuksissa. Tulosten läpikäynti antaa pelastustoiminnan johtajille tutkittua tietoa hallitusti polttamisesta ja sen mahdollisuuksista sekä ylipaineistamisen käytettävyydestä savukaasujen leviämisen estämisessä. Vaikka mikään tutkimus tai selvitys ei ole aukoton ja joka tilanteeseen sopiva, antaa tämä tutkimus vastauksia näihin kahteen tutkimuksessa selvitettyihin asioihin. Nähtäväksi jää, tuoko tämä tutkimus muutoksia sammutustointaan mutta muutoksen mahdollisuus on tällä tutkimuksella annettu.

Tämän opinnäytetyön tuloksista savutuulettimen muodostamaa ylipainetutkimusta tulisi jatkaa. Opinnäytetyössä tehty kenttätutkimus ylipaineen muodostamisesta oli hyvin rajallinen. Jatkotutkimuksissa olisi hyvä selvittää tarkemmin erilaisten savutuulettimien todellisia paineita erikokoisissa kohteissa sekä usean savutuulettimen käyttöä samanaikaisesti. Pelastustoimelle tällä tutkimuksella olisi arvokasta tietoa savutuulettimien todellisista kyvyistä estää savukaasujen leviäminen erikokoisiin kohteisiin.

## **8.2 Oma oppiminen**

Opinnäytetyön tekeminen on todella kokonaisvaltainen projekti. Projektin onnistuneeseen läpiviintiin vaikuttaa moni asia, jotka huomioimalla projekti onnistuu. Tutkittavan aiheen tarkka rajausta helpottaa opinnäytetyön tekemistä. Aiheen rajausta ei kuitenkaan ole helppo tehdä, jos opinnäytetyössä käsiteltäviä aiheita ei ole aikaisemmin tutkittu. Jopa tutkimuskirjallisuudessa ei suositella tutkimuksien tekemistä aiheesta, josta löytyy vähän taustatietoa. Tekemääni opinnäytetyöhön sisältyi kaksi osa-aluetta, joita ei ollut aikaisemmin tutkittu: hallitusti polttaminen ja savutuulettimen muodostama ylipaine. Pelastustoiminnan kehittämisen kannalta nämä asiat olivat kuitenkin pakko tutkia ja todenmukaisuus selvittää.

Hallitusti polttamisen osalta aiheen tutkimattomuutta kuvastaa hyvin haastatteluissa eteen nousnut asia. Haastateltava mietti, mikä olisi parempi sana hallitulle poltolle, koska se on sanana aika huono ja voi antaa alan ulkopuolelle väärän kuvan kyseiselle toiminnalle. Niinpä etsin kuvaavaa synonyymia kyseiselle toiminnalle ja tukeuduin Pelastusopiston äidinkielen opettajan puoleen asiassa. Hän ehdotti asiasta käytettävän sanaa hallitusti polttaminen. Tämä kuvastaa hyvin opinnäytetyössä käsiteltävän aiheen tutkimattomuutta.

Opinnäytetyön tekeminen on havainnollistanut monia asioita kattavan projektityön tekemisessä. Opinnäytetyö vaatii aikaa, jotta työn tekeminen onnistuu. Tämä opinnäytetyö on tehty töiden ja perhearjen ohessa, mikä ei ole ajankäytöllisesti paras ratkaisu. Projektiluontoinen työ on haastavaa mutta osaltaan palkitsevaa. Tietoa löytyy yleensä ripotellen eri lähteistä ja jonka kasaaminen yhdeksi kokonaisuudeksi vaatii perehtyneisyyttä tutkittavaan aiheeseen. Lopputulos kuitenkin palkitsee ja antaa itsevarmuutta seuraaviin projekteihin.

Opinnäytetyöprosessi venyi yli kahden vuoden mittaiseksi, mikä ei ollut alkuperäinen tavoite. Aikataulun pidentymiseen on monia syitä, mutta kulunut aika on kypsyttänyt ajatusta työn lopputuloksesta. Projektin edetessä olen tutkinut monia artikkeleja ja tutkimuksia, joista vain murto-osa on päätynyt opinnäytetyöhön. Opinnäytetyöprojekti on ollut pitkä ja haastava, mutta lopputulos on hyvä. Tutkimustyöllä sain vastaukset tutkimusongelmiin ja raportointi on helposti ymmärrettävissä.

## LÄHTEET

- Ala-Kokko, V. 2021. *Savusukellusopas*. Pelastusopiston julkaisu nro 1/2021. Pelastusopisto. Kuopio.
- Bengtsson, L.-G. 2001. *Enclosure fires*. Swedish Rescue Services Agency. Huskvarna.
- Hirsjärvi, S., Remes, P. ja Sajavaara, P. 2016. *Tutki ja kirjoita*. 21. painos. Kustannusosakeyhtiö Tammi. Porvoo.
- Honkanen, M., Leppioja, T., Lerssi, R. ja Neuvonen, T. 2013. P3-käsikirja toimintaohjeet. 3. painos. Suomen pelastusalan keskusjärjestö SPEK. Helsinki.
- Hurley, M., Gottuk, D., Hall, J., Harada, K., Kuligowski, E., Puchovsky, M., Torero, J., Watts, J., Wieczorek, C. 2015. *SFPE Handbook of Fire Protection Engineering*. Fifth Edition. Englanti.
- Hyvärinen, M., Nikander, P. ja Ruusuvuori, J. 2017. *Tutkimushaastattelun käsikirja*. Vastapaino. Tampere.
- Kaijomaa, M. 2018. Pientalotohtori - Hyvä paha asbesti. Artikkel. Päivitetty 17.4.2018. www-dokumentti: <https://www.suomela.fi/pientalotohtori-hyva-paha-asbesti/>. 10.3.2022.
- Kananen, J. 2015. *Opinnäytetyön kirjoittajan opas*. Jyväskylän ammattikorkeakoulun julkaisusarja. Suomen Yliopistopaino Oy - Juvenes Print. Jyväskylä.
- Kuikka, T. 2018. *Pelastusyksikön ensitoimenpiteitä täydentävät sammutusmenetelmät*. Kuopio.
- Lahtela, T. 2018. *Paloturvallinen puutalo*. Puuinfo Oy. Helsinki.
- Laitinen, J. ja Jumpponen, M. 2016. *Korkeajänniteakkukennojen ja -akkujen palot, niiden sammuttaminen ja riskienhallinta*. Työterveyslaitos. Helsinki.
- Laitinen, J. Tutkija. Sähköpostikeskustelu 30.8. - 25.9.2021. Pelastusopisto.
- Lehtimäki, M., Mäkelä, P. 2018. *Tuottamukselliset tulipalot ja niitä koskevat ilmoitusmenettelyt*. Pelastusopisto. Kuopio.
- Lönnermark, A. & Blomqvist, P. 2006. *Emissions from an automobile fire*. Chemosphere, 62: 1043-1056.
- Ojasalo, K., Moilanen, T. ja Ritalahti, J. 2015. *Kehittämistyön menetelmät: Uudenlaista osaamista liiketoimintaan*. 3 - 4. painos. Sanoma Pro. Helsinki.



Paloposki, T., Tillander, K., Virolainen, K., Nissilä, M. ja Survo, K. 2005. *Sammutusjätevedet ja ympäristö*. VTT tiedotteita.

Pelastuslaitosten kumppanuusverkosto 2016. *Pelastustoiminnan käsitteitä*. 2. päivitetty versio. Pelastuslaitosten kumppanuusverkoston julkaisu 3/2016.

Pelastuslaki 379/2011.

Pelastustieto 5/2006. Porvoon tuomiokirkon kattorakenteiden annettiin palaa hallitusti.

Pelastustieto 6/2019. Keskuskartanon hurja palo. Katon annettiin palaa hallitusti.

Pelastustoimen toimintavalmiuden suunnitteluohje 2012. Sisäministeriön julkaisuja 21/2012. Sisäministeriö. Helsinki.

Pohjanmaan pelastuslaitos 2016. Sammutusvesisuunnitelma.

Poliisihallitus 2018. Palonsyyn selvittämiseksi tehtävä tutkinta. Ohje. POL-2017-5503.

Poliisilaki 872/2011.

Purkutyöt - opas tekijöille ja teettäjille. Ympäristöministeriön julkaisuja 2019:29. Ympäristöministeriö. Helsinki.

Rautasuo, J. *Pelastuslaitosten palontutkinnan käsikirja*. 2014. Suomen Kuntaliitto. Helsinki.

Ronkainen, J. 2009. *Erilaiset sammutustekniikat ja sammutustekniikan opetus yläpohjan ontelon tulipaloissa*. Kuopio.

Svensson, S. 2020. *Fire ventilation*. Swedish Civil Contingencies Agency. Karlstad.

Tillander, K., Mangs, J. ja Paloposki, T. 2004. *Tulipalojen ympäristövaikutukset*. VTT tiedotteita. Espoo.

Tuomi, J. ja Sarajärvi, A. 2002. *Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi*. Kustannusosakeyhtiö Tammi. Helsinki.

Tuomisto, J., Vartiainen, T. ja Tuomisto, J. 2011. Dioksiinit ja PCB- yhdisteet: synopsis. Raportti 23/2011. Terveyden ja hyvinvoinnin laitos. Päivitetty 25.3.2011. www-dokumentti. <https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/79884/ab0100ce-2e1f-4cac-9ac3-84eaf5b05b63.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. 10.3.2022.

## LIITE 1

Opinnäytetyön haastattelukysymykset.

- **Pelastustoiminnan johtajille esitetyt kysymykset**

- A. Tapahtumaan liittyvät kysymykset**

1. Mikä oli roolisi tapahtumassa?
2. Kerro onnettomuudesta pelastuslaitoksen näkökulmasta. Esimerkiksi taktiikat.
3. Tekisitkö joitain asioita toisin nyt, jos saisit päättää?

- B. Yleiset kysymykset**

4. Yläpohjan/ullakoiden sammutuksen tekniset ratkaisut? Ovatko toteuttamiskelpoisia toimintamalleja?
5. Mitkä toimintamallit olisivat sinusta käyttökelpoisia?
6. Voidaanko mielestäsi tulipaloja polttaa hallitusti kokonaan tai osittain paikallisten ympäristövahinkojen ja materiaalivahinkojen välttämiseksi?

- **Pelastuslaitoksen palontutkijalle esitetyt kysymykset**

- A. Tapahtumaan liittyvät kysymykset**

1. Mikä oli roolisi tapahtumassa?
2. Kerro onnettomuudesta pelastuslaitoksen näkökulmasta.
3. Miten palontutkinta meni ja saatiinko syy selville?
4. Mitkä seikat olisivat voineet helpottaa palonsyyn selvittämisessä? Esimerkiksi sammutus ja pelastustoimet sekä tekniset apuvälineet.

- B. Yleiset kysymykset**

5. Pystytäänkö alkupalon paikka saamaan selville kokonaan palaneesta tulipalosta?
6. Pystytäänkö syttymissy saamaan selville kokonaan palaneesta alkupalopaikasta?
7. Kuinka usein palokoiria käytetään palontutkinnassa ja mitä ne havaitsevat palopaikalla?
8. Mitä näytteitä palopaikoilta kerätään ja milloin ja miksi niitä otetaan?
9. Kuinka paljon palontutkinnassa hyödynnetään teknisiä apuvälineitä? Esimerkiksi pelastuslaitosten kuva - ja videomateriaalia.
10. Miten hyödynnetään ensimmäisenä tulipalossa olevan yksikön havaintoja kohteesta?
11. Onko muilla kuin syttymispaikan tuhoutuneisuudella merkitystä syttymissyyn selvittämiseen?
12. Voidaanko mielestäsi tulipaloja polttaa hallitusti kokonaan tai osittain paikallisten ympäristövahinkojen ja materiaalivahinkojen välttämiseksi?

- **Poliisin teknisille tutkijoille esitetyt kysymykset**

- A. Tapahtumaan liittyvät kysymykset**

1. Mikä oli roolisi tapahtumassa?
2. Kerro onnettomuudesta poliisin näkökulmasta.
3. Miten palontutkinta meni ja saatiinko syy selville?
4. Mitkä seikat olisivat voineet helpottaa palonsyyn selvittämisessä? Esimerkiksi sammutus ja pelastustoimet sekä tekniset apuvälineet.

- B. Yleiset kysymykset**

5. Pystytäänkö alkupalon paikka saamaan selville kokonaan palaneesta tulipalosta?
6. Pystytäänkö syttymissy saamaan selville kokonaan palaneesta alkupalopaikasta?
7. Kuinka usein palokoiria käytetään palontutkinnassa ja mitä ne havaitsevat palopaikalla?
8. Mitä näytteitä palopaikoilta kerätään ja milloin ja miksi niitä otetaan?
9. Kuinka paljon palontutkinnassa hyödynnetään teknisiä apuvälineitä? Esimerkiksi pelastuslaitosten kuva - ja videomateriaalia.
10. Miten hyödynnetään ensimmäisenä tulipalossa olevan yksikön havaintoja kohteesta?
11. Onko muilla kuin syttymispaikan tuhoutuneisuudella merkitystä syttymissyyn selvittämiseen?
12. Voidaanko mielestäsi tulipaloja polttaa hallitusti kokonaan tai osittain paikallisten ympäristövahinkojen ja materiaalivahinkojen välttämiseksi?

## LIITE 2

### Hallitusti polttamisen toimintaohjeet:

#### Tarvittavat tiedot

- Mikä palaa? (rakennus, liikenneväline, muu kohde)
- Kohteen sijainti? (sijaitseeko kohde pohjavesialueella)
- Kohteen rakenteelliset ominaisuudet (paloluokka, käyttötapa, sortumavaara)
- Miten tulipalo leviää? (suunta, nopeus)
- Kohteen merkityksellisyys?
- Onko sammutustoimet mahdollisia käytävissä olevilla resursseilla?
- Tuottaako sammutustoiminta suurempaa haittaa kuin hallitusti polttaminen? (ihmiset, omaisuus, ympäristö, sammutustyötä tekevä henkilöstö)
- Uhkaako muodostuva savu herkkiä kohteita? (rakennukset, asutut alueet)
- Tulipalon tahallisuus tai tuottamuksellisuus?
- Onko tulipalossa tapahtunut vakavia henkilövahinkoja?

#### Hallitusti polttamisessa varmistettavat asiat:

- Suojaa viereiset tilat ylipaineella.
- Varmista ettei tulipalo leviä (viereiset tilat, maasto, tulipalosta muodostuvat heitteet)
- Käytä hyödyksi palo-osastointeja.
- Turvaa palontutkinta (alkupalopaikan sammutus ja koskemattomuus)
- Varaudu jatkamaan sammutustoimia, jos hallitusti polttaminen muodostaa lisävaaraa (ihmiset, omaisuus, ympäristö)